Société Française d'Audiologie

Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'enfant



Introduction

Faisant suite à la parution des Guides des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte 1 *et* 2[1]*, la Société Française d'Audiologie a souhaité que soit réalisé un guide consacré à l'audiométrie de l'enfant.*

Son élaboration a été motivée par des histoires cliniques souvent lourdes de conséquences :

> « Il est trop jeune… C'est trop tôt pour savoir… On ne peut pas faire d'audiométrie avant deux ans… »
>
> « Les tympans sont normaux, tout va bien… »
>
> « On va lui mettre des drains et tout ira bien… »
>
> « Vous vous faites des idées… »
>
> « Ne vous inquiétez pas pour le langage, ça viendra… »
>
> « On l'a testé à la naissance, tout était normal… ».

Ces propos trop souvent entendus, découlant d'idées préconçues et fausses sur l'audiométrie de l'enfant, peuvent faire longtemps méconnaître une authentique surdité.

Ce guide a pour objectifs de :

- *Démystifier l'audiométrie subjective, la rendre accessible dès les premiers mois, donner un « mode d'emploi » pour en faciliter la pratique, afin d'encourager le praticien à se forger une expérience ;*
- *Faire connaître les exigences techniques des tests objectifs, leur intérêt et leurs limites ;*
- *Proposer des démarches audiométriques combinant examens subjectifs et objectifs pour tirer des conclusions cohérentes et fiables ;*
- *Aider le lecteur à prendre conscience de ses limites et à recourir, en cas de difficulté, à des professionnels plus spécialisés.*

Une audiométrie bien conduite permet d'obtenir une courbe osseuse et une courbe aérienne pour chaque oreille, autorisant ainsi à donner de vraies réponses aux parents sur l'audition de leur enfant, et à mettre en œuvre, si besoin, un projet thérapeutique adapté.

L'intérêt de l'audiométrie infantile est manifeste dans quelques circonstances fréquentes :

- *Mesurer précisément le retentissement auditif d'une otite séreuse ;*
- *Repérer, parmi la grande majorité d'enfants traités pour otite séro-muqueuse, les quelques cas qui présentent une surdité[2] de perception ;*
- *Obtenir une courbe audiométrique tonale sur chaque oreille avant un appareillage ;*
- *Évaluer les performances auditives en cas de retard de langage.*

---

1 *Disponibles sur www.sfaudiologie.fr*

2 *Le mot « surdité », qui sera souvent employé par facilité dans ce guide, est à relativiser. Il recouvre toutes les atteintes de l'audition, des déficits auditifs légers aux surdités profondes.*

Sommaire

Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'enfant

La Société Française d'Audiologie tient à remercier la société GN Otometrics et la société Siemens Audiologie, pour leur participation à l'édition de cet ouvrage.
Elle remercie aussi les sociétés Advanced Bionics, Cochlear, MedEl et Neurelec, pour avoir assuré le financement des frais de mission du groupe de travail.
Ce guide a été réalisé par un groupe de travail pluridisciplinaire de la Société Française d'Audiologie, composé de : Françoise Artières, ORL, Eric Bizaguet, audioprothésiste, René Dauman, ORL, Monique Delaroche, orthophoniste, Mylène Eliot, ORL, Geneviève Lina-Granade, ORL, Nicole Matha, ORL.
Le groupe de travail adresse ses remerciements chaleureux à Naïma Deggouj, ORL, à Christian Meyer-Bisch, médecin consultant en acoustique, et à Jean-Louis Collette, ORL, pour la relecture minutieuse de ce fascicule, ainsi qu'à Paul Avan, biophysicien, pour ses conseils précieux.

1. Pour le lecteur pressé, quelques points importants

1.1 Être à l'écoute des parents, même en cas de résultat normal au dépistage néonatal

À tout âge, et en particulier chez le nourrisson, les doutes et l'inquiétude des parents ou de l'entourage sur l'audition de l'enfant doivent être pris en compte. Deux raisons justifient la confiance à accorder à leur parole :

- L'observation quotidienne et la connaissance de leur bébé ;
- La forte prévalence de la surdité chez le nouveau-né[3].

1.2 Ne pas se fier uniquement aux méthodes objectives

Les méthodes d'exploration électrophysiologique, si précieuses chez le très jeune enfant, présentent néanmoins des limites à connaître :

Les potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral (cf. chap. 4.3.2), avec stimulation par clics appellent les observations suivantes :

- Les conditions d'enregistrement doivent être très rigoureuses :
  — Enfant endormi, après la tétée ou au besoin à l'aide d'un léger sédatif ;
  — Temps nécessaire prévu à l'avance et installation adéquate de l'enfant ;
  — Pièce suffisamment insonorisée et isolée électriquement ;
  — Reproductibilité des courbes après un nombre suffisant de stimulations.
- L'examen explore principalement une partie limitée du champ auditif (fréquences aiguës : 2000 – 4000 Hz, et niveaux[4] acoustiques inférieurs à 100 dB HL).
- L'étude des seuils spécifiques à chaque fréquence (exemple : *tone-bursts*, clics filtrés) s'avère complexe à mettre en œuvre et difficile à interpréter en pratique.
- La maturation des voies auditives du tronc cérébral n'est acquise qu'à 12-18 mois chez les enfants nés à terme. Chez le prématuré, la maturation est encore plus tardive.

L'impédancemétrie (cf. chap. 4.3.1) a aussi ses limites :

- Un tympanogramme normal ne donne aucune information sur le niveau d'audition.
- Un tympanogramme plat témoignant d'une otite séreuse peut parfaitement cacher une surdité de perception associée.
- La présence de réflexes stapédiens à un seuil normal peut accompagner une surdité de perception avec recrutement.

---

3 *De 0,9 à 2,2 pour 1000 selon les auteurs (INSERM 2009, réf. 6).*
4 *Il ne faut pas employer le mot « intensité » lorsqu'on parle de niveau acoustique, puisque l'unité, qui est le dB, exprime un rapport de pressions sonores sur une échelle logarithmique.*

Les otoémissions acoustiques (y compris les produits de distorsion) (cf. chap. 4.3.3) sont largement utilisées pour le dépistage néonatal, mais :

- Leur présence indique dans la majorité des cas que l'audition est satisfaisante sauf dans des cas particuliers.
- On ne peut pas annoncer un diagnostic de surdité uniquement sur leur absence.
- Cet examen présente un intérêt indéniable lors de l'étape diagnostique. Couplé aux autres examens permettant d'établir le diagnostic d'une surdité infantile, il fournit des informations sur le siège de la surdité (fonctionnement des cellules ciliées externes de l'oreille interne).

Tableau 1

	Si tympanométrie normale	**Si problème d'oreille externe ou moyenne**
OEA présentes	Audition satisfaisante (perte < 30 dB)*	Audition satisfaisante (perte < 30 dB)*
	*avec PEA altérés ou absents : neuropathie auditive	
OEA absentes	Déficience auditive cochléaire > à 30 dB	Ne permet pas de conclure que la perte auditive est > à 30 dB
	Vérifier avant tout les conditions de recueil (positionnement de la sonde, cérumen, bruits parasites)	

Les ASSR (potentiels évoqués auditifs stationnaires) sont encore l'objet d'études (cf. chapitre 5.4) en ce qui concerne leur fiabilité et leur utilité chez le jeune enfant.

1.3 Ne pas attendre l'âge de « deux-trois ans » pour faire l'audiogramme

L'audiométrie subjective est faisable dès les premiers mois de la vie (cf. chap. 4.1 et 4.2). Ne pas hésiter à recourir sans délai à un audio-phonologiste pédiatrique, surtout chez le tout petit enfant. Le retard de diagnostic de surdité est lourd de conséquences.

1.4 Réunir l'ensemble des résultats avant d'annoncer un diagnostic

Étant donné le « poids des mots », il faut être sûr de son fait avant de conclure à une « surdité » ou d'affirmer une audition normale.

- Faussement rassurer sans avoir réalisé un bilan suffisant retarde le diagnostic et la prise en charge.
- À chaque étape, on doit se contenter d'annoncer les résultats de l'examen et indiquer la conduite à tenir en pratique.
- Lorsque le bilan est complet, l'annonce d'un éventuel diagnostic de surdité s'accompagne d'indications sur la prise en charge et constitue la première étape de l'accompagnement parental.

- Soulignons que le terme de surdité renvoie à des représentations traumatisantes et peut perturber durablement les relations précoces parents-enfant.
- Dans le cas d'un bilan normal, il faut informer les parents sur les signes qui doivent les conduire à ramener l'enfant. Pour cela, il est important de connaître les étapes du développement normal du jeune enfant, notamment du langage (voir annexes).

1.5 Savoir répéter les examens auditifs

Si le bilan initial a montré une audition normale, et compte tenu de l'importance de l'audition pour les apprentissages tout au long de l'enfance :

- Au moindre doute des parents ou d'un professionnel de la petite enfance, il ne faut pas hésiter à réévaluer l'audition.
- Pour les enfants ayant des facteurs de risque auditif personnels ou familiaux (cf. chap. 2.2), on proposera une surveillance audiométrique systématique.

En présence d'une surdité, des contrôles audiométriques réguliers sont indispensables.

1.6 Connaître les préalables audiométriques à l'appareillage auditif de l'enfant

La décision d'appareillage nécessite de connaître les seuils auditifs sur les différentes fréquences et le type de surdité (transmission, perception ou mixte). Un bilan associant plusieurs examens subjectifs et objectifs concordants est donc nécessaire.

2. Contextes des demandes d'examen audiométrique

La plupart des examens audiométriques demandés chez des enfants seront liés à des problèmes d'oreille moyenne, qui sont la première cause de surdité chez l'enfant.

Bien que transitoires et réversibles, ces troubles d'audition, survenant à une période sensible du développement du langage, peuvent avoir des répercussions à long terme sur les apprentissages.

Mais il faut toujours garder à l'esprit l'éventualité d'une surdité de perception qu'il serait grave de méconnaître.

2.1 Demandes issues du dépistage néonatal systématique

Pour les nouveau-nés ayant eu un dépistage néonatal non concluant (par otoémissions et/ou potentiels évoqués auditifs automatisés), la réalisation des potentiels évoqués est prioritaire, car les réactions comportementales ne sont pas suffisantes.

Ces demandes sont encore minoritaires, mais vont devenir plus fréquentes.

2.2 Enfants à risque auditif

Des tests auditifs doivent être réalisés en cas de facteurs de risque de surdité[5]. Il faut donc repérer systématiquement ces facteurs de risque, quel que soit l'âge de l'enfant[6] :

Facteurs de risque de surdité de transmission

- Rhino-pharyngites ou otites répétées,
- Malformations crânio-faciales (en particulier, anomalies de l'oreille externe, fente labiale ou palatine, trisomie 21).

Facteurs de risque de surdité de perception

- Antécédents familiaux de surdité précoce ou consanguinité entre les parents,
- Signes évocateurs d'un syndrome comportant une surdité (par exemple, mèche blanche, yeux vairons,…),
- Antécédents anténataux
  - Infection materno-fœtale à cytomégalovirus (CMV), rubéole, toxoplasmose, herpès, syphilis,
  - Traitement par aminosides pendant la grossesse.
- Antécédents néonataux
  - Séjour en soins intensifs néonatologiques,
  - Traitement ototoxique (aminosides, furosémide),
  - Exsanguino-transfusion,

5 Joint Committee on Infant Hearing : *Pediatrics, 2007 ; 120 (4, Octobre) : 898-921.*

6 *Un tableau reprenant la liste des facteurs de risque, facilitant le recueil de l'observation, est téléchargeable sur le site de la SFA.*

  - Ventilation assistée,
  - Oxygénation extracorporelle,
  - Poids de naissance inférieur à 1 500 g (souvent accompagné d'autres facteurs de risque).
- Antécédents postnataux
  - Méningites (essentiellement bactériennes, à pneumocoque ou *Hæmophilus*),
  - Oreillons,
  - Traumatisme crânien (avec hospitalisation et/ou otorragie),
  - Ototoxiques : aminosides, furosémide, chimiothérapie (sels de platine), quinine en traitement curatif.

Si l'un de ces facteurs de risque est présent, on doit absolument :

- S'assurer qu'un dépistage néonatal a bien été effectué,
- Et instaurer une surveillance de l'audition au cours de la petite enfance, même en cas de dépistage normal.

Mais il faut garder à l'esprit que dans la moitié des surdités précoces, on ne retrouve pas de facteur de risque, ce qui justifie le dépistage généralisé.

2.3 Doutes des parents sur l'audition

Ils peuvent se manifester à tout âge (cf. plaquette du BIAP en annexe : absence de réactions aux bruits, à la parole…). Les parents seront d'autant plus vigilants qu'ils auront été informés sur les grandes étapes du développement psychomoteur et sensoriel.

Le moindre doute des parents doit être pris en compte, quel que soit le résultat du dépistage à la naissance et des examens auditifs antérieurs.

2.4 Retard d'apparition du langage, trouble de la parole

Tout retard, non progression, voire régression, du langage ou de la parole doit conduire à pratiquer un examen audiométrique, et à le répéter au cas où l'audition fluctuerait (par exemple otite séro-muqueuse).

2.5 Particularités du comportement

Un comportement distrait ou agité, un manque d'attention (à la maison, en crèche ou à l'école maternelle), ou, au contraire, un regard accroché au visage de l'interlocuteur, des difficultés d'endormissement peuvent être le signe d'un déficit auditif. Cependant, un enfant sourd peut aussi avoir un comportement normal.

2.6 Dépistage à l'école et difficultés scolaires

Certains enfants sont adressés au spécialiste à la suite du dépistage systématique à l'école.

Par ailleurs, des difficultés d'apprentissage du langage écrit (confusions phonétiques en particulier) ou une baisse des résultats scolaires demandent un bilan comportant nécessairement un audiogramme tonal et vocal.

3. Requis matériels

L'évaluation de l'audition dépend évidemment du patient, mais aussi du technicien audiométriste (formation, méthode, temps), de l'audiomètre, de ses transducteurs, de leur calibration, et, enfin, de l'environnement sonore de la mesure. Bien que toute mesure soit entachée d'incertitude[7], il faut s'attacher à bien installer sa cabine insonorisée, choisir un matériel audiométrique adapté à ses besoins et l'entretenir régulièrement[8].

3.1 Choisir sa cabine et son installation

La cabine audiométrique doit être convenablement insonorisée et suffisamment grande pour pouvoir installer l'enfant, ses parents et une table. Le jeune enfant est le plus souvent assis sur les genoux d'un de ses parents. Afin de ne pas distraire son attention, les jouets utilisés pour les différentes épreuves sont placés hors de son champ visuel.

Les normes internationales donnent des indications très précises sur les niveaux de pression acoustique acceptables, par bande d'octave, pour réaliser un examen audiométrique. Ces valeurs sont d'autant plus faibles que l'on désire tester les fréquences graves (125 Hz) et la conduction osseuse.

En pratique, on ne devrait pas tolérer un niveau global de pression acoustique supérieur à 27 ou 30 dB(A) dans les locaux où est pratiquée l'audiométrie clinique. Ces conditions ne sont pas simples à obtenir, mais elles devraient être requises dans les cabines des ORL et dans celles des audioprothésistes[9].

Pour obtenir des niveaux de bruit de fond aussi faibles, il faut installer la cabine audiométrique sur un sol très stable (lourd), sans contact avec une paroi sonore (cage d'escalier ou d'ascenseur, mur côté rue…), les bruits les plus difficiles à éliminer étant les bruits de basse fréquence.

Pour l'audiométrie vocale, il est utile d'avoir une double cabine[10], les parties réservées au testeur et à l'enfant étant isolées acoustiquement, la liaison électrique étant assurée par une platine de prises Jack. Un double vitrage de séparation permet l'observation de l'enfant et assure la communication visuelle entre le testeur et l'enfant. La communication orale est assurée par un interphone, souvent intégré à l'audiomètre. Si l'unité centrale de l'ordinateur produit un bruit, il est préférable de la disposer à l'extérieur de la cabine. Les ordinateurs ultraportables sans ventilateur, totalement silencieux, constituent une excellente solution.

Pour les examens en champ libre, l'enfant doit être assis à un mètre des haut-parleurs (HP), situés à hauteur de ses oreilles (ISO 8253-2). Pour les tests binauraux, on utilise un HP frontal. Pour les tests vocaux en présence d'un bruit de fond, le signal vocal doit être délivré par un HP placé devant l'enfant, et le bruit de fond provenir de deux HP situés à 45°. Toute autre disposition est possible à condition d'être précisée. Chez l'audioprothésiste, le décret 85-590 précise qu'il doit y avoir au moins trois HP pour tester l'orientation spatiale.

7 *L'incertitude des mesures audiométriques est en cours d'évaluation, pour différentes méthodes. Cet aspect des mesures sera introduit progressivement dans les normes internationales.*

8 *On trouvera dans le* Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte *un certain nombre de détails pratiques complémentaires.*

9 *Ceci, malgré les 40 dB(A) exigés par le décret n° 85-590 qui date de vingt ans et mériterait d'ailleurs d'être actualisé en fonction des progrès relatifs à la précision des réglages des appareils de correction auditive.*

10 *Il ne suffit pas de cloisonner une pièce en deux pour obtenir une double cabine. Il s'agit en réalité de deux cabines juxtaposées.*

L'isolement électromagnétique de la cabine, difficile à obtenir, est rarement indispensable, sauf pour la pratique des PEA.

3.2 Choisir son audiomètre et ses accessoires (transducteurs)

Les audiomètres sont classés en quatre types par la norme internationale CEI 645-1 en fonction des domaines fréquentiels qu'ils permettent d'explorer, de leur mode de fonctionnement et de la complexité des fonctions auditives à étudier.

En pratique clinique, il faut utiliser des audiomètres de type 2 ou, mieux, de type 1 (les types 3 et 4 étant réservés au dépistage). Le type doit être clairement identifié sur la plaque constructeur de l'audiomètre[11].

Les écouteurs utilisés chez l'enfant doivent avoir les mêmes propriétés électro-acoustiques que ceux utilisés chez l'adulte, avec possibilité d'adapter la taille du casque et du serre-tête du vibrateur à la tête de l'enfant. On utilisera généralement l'écouteur supra-aural TDH 39 ou des écouteurs à insertion (Fig.1).

Figure 1 : Écouteurs audiométriques
Les écouteurs audiométriques doivent satisfaire la norme internationale CEI 645-1.
Les plus courants, placés sur l'oreille, sont DT 48 et TDH 39. L'insert ER 3A est intra-aural.



E-A-R
EARTone ER 3A

Serre-tête
pour ossivibrateur
gainé de velours

Casque Telephonics
TDH 39
gainé de mousse

Les inserts, souvent utilisés dans certains pays, remplacent les écouteurs en délivrant le son directement dans le conduit auditif externe ; ils ont surtout un intérêt pour l'appareillage de l'enfant en intégrant les caractéristiques anatomiques individuelles du conduit auditif externe. Sur certains audiomètres, il faut sélectionner le type de sortie utilisée : inserts ou casque.

Le vibrateur doit avoir une surface plane et circulaire, de 150 à 200 mm^2, des bords arrondis, et exercer une force d'application de 4,9 à 5,9 Newtons sur la mastoïde ou sur le front. Le vibrateur *Radioear* est pratiquement le seul à être utilisé. Le serre-tête peut être gainé de mousse ou de velours pour le confort du bébé.



Figure 2 : Vibrateur osseux adapté au bébé

11 *Noter que le marquage CE médical est totalement indépendant des caractéristiques acoustiques de l'audiomètre. Il indique que l'instrument n'est pas dangereux dans des conditions d'utilisation normale.*

3.3 Installer et entretenir périodiquement son matériel

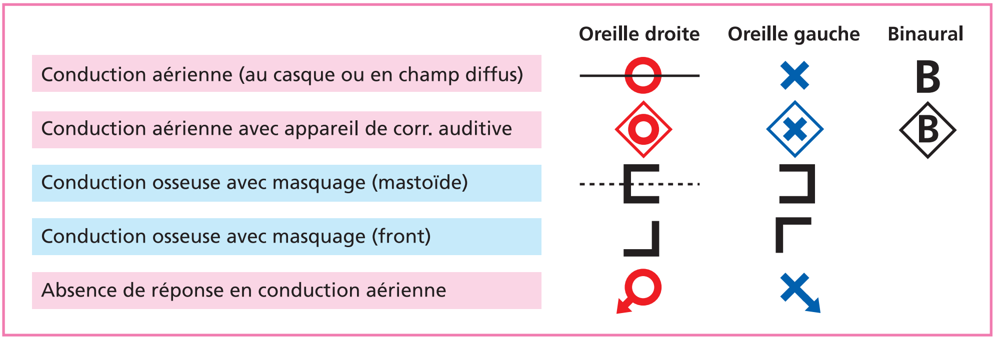
Pour que la mesure des seuils d'audition soit indépendante du matériel utilisé, il faut que l'ensemble de la chaîne de mesure (audiomètre et transducteurs) soit calibré dans des conditions normalisées. Cette calibration a pour but d'ajuster les zéros audiométriques (dB HL) à l'aide de coupleurs standardisés[12].

3.4 Notation des résultats

Les résultats de l'audiométrie tonale ou vocale doivent être reportés sur des diagrammes selon des principes de notation qui sont précisées dans des normes internationales[13].

La représentation graphique indique les pertes auditives en dB HL en ordonnée, et les fréquences testées en abscisse. Le rapport d'échelles du graphique doit être de 20 dB par octave. Le seuil pour chaque fréquence est noté avec les conventions graphiques suivantes (Fig. 3). Les seuils en conduction aérienne sont reliés par un trait plein, les seuils en conduction osseuse sont reliés par un trait pointillé.

Figure 3 : Convention de notation des résultats
Pour noter les résultats sur un audiogramme, il convient d'utiliser les symboles normalisés ci-dessus, en couleur ou en noir. En conduction aérienne, les seuils sont reliés par un trait plein tandis qu'en conduction osseuse, ils le sont par un trait pointillé.



3.5 Matériel d'acoumétrie

3.5.1 Instruments sonores

Trois ou quatre jouets sonores suffisent, à condition de connaître, pour chacun, la composition fréquentielle (sonagramme, Fig. 4) et le niveau délivré. Celui-ci aura auparavant été évalué en fonction de la distance à l'aide d'un sonomètre. On peut choisir par exemple :

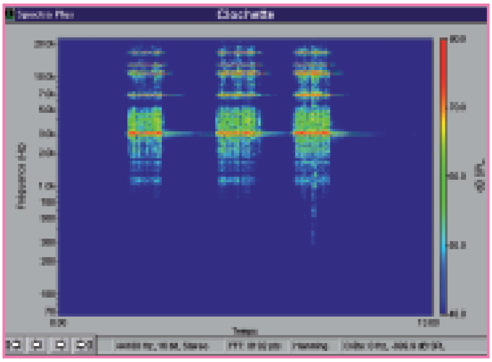
- Une clochette et des maracas pour explorer le secteur des fréquences aiguës ;
- Un tambourin ou un gong pour explorer le secteur des fréquences graves ;
- Des appeaux d'oiseau.

Les jouets de Moatti (vache, oiseau, cochon, mouton) proposés pour le dépistage délivrent des niveaux sonores d'environ 60 dB à 2 mètres.

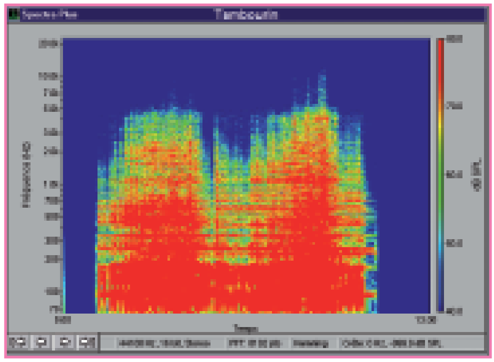
12 *On trouvera dans le* Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte *(GBPAA), déjà cité, des informations utiles relatives à l'étalonnage des équipements audiométriques.*

13 *Norme ISO EN NF 8253-2.*

Figure 4 : Exemples de sonagrammes
(logiciel La Terrasse 99, LAA multimédia).



Sonagramme de clochette



Sonagramme de tambourin

3.5.2 La voix

Elle peut être utilisée pour obtenir des réactions comportementales, à condition de connaître son niveau (voix chuchotée émise à environ 40 dB SPL, parlée faible à 50 dB SPL, moyenne à 65 dB SPL, forte à 80 dB SPL), qui varie ensuite en fonction de la distance.

3.6 Matériel de conditionnement

Son objectif est de renforcer les réponses réflexes pour en assurer la reproduction.

3.6.1 Systèmes pour renforcer le Réflexe d'orientation conditionnée (ROC)

De nombreux systèmes peuvent être utilisés : lumière qui s'allume du côté de la source sonore, clown avec un nez lumineux, diapositives, gyrophare, marionnette qui bouge dans une boîte, train qui tourne, ou… attitude expressive de l'examinateur qui montre du doigt son oreille, rythme le son (procédure de renforcement de Delaroche),…

3.6.2 Systèmes pour renforcer l'écoute active

Des dispositifs plus ou moins sophistiqués (diaporamas, *ciné-shows* ou *train-shows*) peuvent être employés pour obtenir une réponse motrice volontaire. Des jeux simples (anneaux à enfiler sur une tige, cubes) peuvent aussi être utilisés à cet effet, avec la même efficacité.

La voix et le comportement de l'examinateur font également partie du matériel de renforcement !

3.7 Installation

Il faut éviter les sources de distraction dans le champ visuel de l'enfant et les sources de bruits parasites.

4. Examens auditifs habituels chez l'enfant

4.1 Audiométrie tonale

4.1.1 Objectifs

Quel que soit l'âge de l'enfant, il faut arriver à dépasser les mesures en champ libre qui ne permettent pas :

- De déterminer l'audition par voie osseuse,
- De définir les seuils de chaque oreille séparément,
- De délivrer des stimulations supérieures à 90-100 dB HL.

Un bilan précis reposera sur :

- La mesure des seuils d'audition par **voie osseuse avec le vibrateur (CO)**. Cette épreuve teste le système auditif en stimulant directement l'oreille interne, en s'affranchissant de l'oreille moyenne. En raison du transfert transcrânien, une seule CO suffit pour affirmer l'intégrité du système nerveux auditif d'au moins une oreille ou l'altération des deux.
- La mesure des seuils d'audition par **voie aérienne (CA)**, en bilatéral ou d'emblée oreilles séparées, avec un casque ou des inserts. L'usage d'écouteurs permet de tester toutes les fréquences du champ auditif et de délivrer des stimulations pouvant atteindre 120 à 130 dB HL[14].

L'écart entre la CO et la CA (Rinne) définit la nature d'un éventuel déficit : atteinte de transmission, surdité de perception ou surdité mixte.

4.1.2 Spécificités générales de l'examen audiométrique du jeune enfant

Le jeune enfant est toujours accompagné par un ou deux **parents**. Ces derniers doivent impérativement assister à l'examen pour voir, entendre, comprendre et pouvoir ensuite accorder plus facilement crédit au diagnostic énoncé. En revanche, ils se conformeront aux consignes que l'examinateur donnera selon le déroulement de l'examen : silence, passivité, neutralité vis-à-vis de la relation que l'examinateur s'efforce d'établir avec l'enfant, participation éventuelle.

La perception et les réactions sont tributaires de l'état de **vigilance** chez le nourrisson, et chez le jeune enfant de l'**attention** au moment où la stimulation est délivrée ; il convient donc de préserver les ressources attentionnelles de l'enfant :

- Limiter la durée du séjour en salle d'attente,
- Démarrer l'examen après un entretien très rapide avec les parents (un entretien complet[15] sera réalisé après le test),

14 Attention, l'oreille externe du nourrisson et du jeune enfant possède une fréquence de résonance différente de celle de l'adulte. Les niveaux d'audition sont physiologiquement supérieurs d'une quinzaine de décibels à 2 et 4 kHz.

15 Il arrive que cet entretien soit dénommé « anamnèse ». Ce terme est impropre, car l'interrogatoire ne s'adresse pas uniquement au passé, mais aussi au présent.

- Limiter au maximum les éléments distracteurs : simplifier l'installation technique et libérer entièrement le champ visuel,
- Bien gérer les stimulations, leur cadence.

Pour installer le **conditionnement** et entretenir les réponses de l'enfant, il faut le récompenser par une manœuvre ludique appelée « **renforcement** ».

*La **disposition** des personnes doit permettre à l'examinateur de :*

- Contrôler en permanence l'état de vigilance ou d'attention de l'enfant,
- Stimuler au moment opportun,
- Décrypter les réactions,
- Synchroniser le renforcement des réactions.

Comme chez l'adulte, la CA au casque et la CO se font à l'aide de sons pulsés ou continus avec un rythme choisi ; en champ libre, on utilise des sons purs vobulés. Chez le nourrisson, certains stimulus sont plus réactogènes : **Sons purs vobulés, stimulations bi-tonales** alternant deux fréquences consécutives, bande de bruit blanc filtré.

La **nature des réponses** varie en fonction du développement psychomoteur[16]. Deux étapes « charnières », se situant autour de 5-6 mois et 28-30 mois, déterminent trois grandes démarches audiométriques dont les frontières restent cependant souples. L'estimation du niveau de développement commence dès le premier contact avec l'enfant, par l'observation de son comportement et des interactions avec ses parents.

Les procédures audiométriques sont différentes en fonction de l'âge de développement. Elles sont choisies en fonction de l'âge corrigé (en cas de prématurité), du développement psychomoteur, du comportement et des réponses de l'enfant. Elles peuvent être réajustées en cours d'examen.

4.1.3 Avant 5 ou 6 mois d'âge de développement

Durant ces premiers mois, l'audiométrie réclame une grande expérience dans la pratique des tests utilisés chez les enfants plus âgés.

Il faut préciser que, chez l'enfant entendant, le niveau sonore minimum permettant d'obtenir une réaction est nettement supérieur au seuil de perception[17].

Nature des réactions

Au cours des premiers mois, la perception des stimulus déclenche des **réactions réflexes** d'origine sous-corticale[18] : réflexes cochléopalpébral, céphalique acoutrope[19], de Moro ; modifications du rythme respiratoire, de la succion nutritive (sein, biberon) ou non nutritive (pouce, langue, sucette), arrêt des pleurs, discrets mouvements.

L'émergence de telles réactions nécessite un certain niveau de vigilance ou état d'alerte. Les réactions seront d'autant plus fiables qu'elles seront obtenues plusieurs fois.

Installation

Le bébé doit être calme, installé dans les bras d'un parent, un « *baby relax* » ou son landau. Il peut être éveillé, mais le décryptage des réactions réflexes est plus facile lorsque le bébé est au seuil de l'endormissement et que ses paupières hésitent entre l'ouverture et la fermeture (Fig. 5).

16 Cf. annexe 8.2.
17 Katz et coll. Cf. Bibliographie p. 48.
18 Cf. Classification de Veit et Bizaguet, annexe 8.6.
19 Acoutrope : en direction de la source sonore.



Figure 5 : Bébé au seuil de l'endormissement avec casque

Stimulations utilisées

- On peut débuter par un examen acoumétrique avec quelques **instruments sonores** étalonnés (voir annexes). Afin de ménager le bébé pour la suite des examens, on sélectionne un ou deux instruments de tonalité différente, ou un babymètre, utilisés hors du champ visuel du bébé (lorsque le bébé est éveillé). A partir de 3 mois, des stimulations vocales peuvent être utilisées : sifflement bi-tonal ou « *tch-tch* » pour les aigus, « *coucou !* » pour les graves.
- Puis on poursuit par une véritable audiométrie en commençant par une **courbe osseuse** avec le vibrateur : les fréquences et niveaux de départ seront fonction des informations obtenues avec les jouets sonores et/ou les PEA. Rechercher les premières réactions en mode ascendant, par paliers de 15 à 20 dB. En cas de surdité profonde, éveiller les réactions avec des stimulations vibrotactiles (250 Hz à 45 dB ou 500 Hz à 65 dB).
- Pour réaliser une **courbe aérienne**, on peut utiliser une stimulation en champ libre ou bilatérale au casque (si l'audiomètre le permet, cela autorise des stimulations plus fortes qu'en champ libre). Ensuite les courbes de chaque oreille sont recherchées dès que possible. Le choix des fréquences à tester et les niveaux à délivrer seront fonction des informations obtenues avec les jouets sonores, le vibrateur et/ou les PEA. Comme pour la CO, rechercher les seuils en mode ascendant, par paliers de 15 à 20 dB.

Renforcement

Lorsque le bébé est éveillé, l'examinateur entre dans le champ visuel du bébé et renforce la réponse par une caresse, un sourire, des paroles, des mimiques. Dès l'âge de 1 1/2 - 2 mois le bébé est très réceptif à ce genre d'intervention.

4.1.4 À partir de 5 - 6 mois d'âge de développement

À cet âge, le bébé tient assis avec soutien et la perception d'une stimulation déclenche des réactions « de surprise » et/ou un réflexe d'orientation vers la source sonore. Le réflexe d'orientation est un comportement de recherche, d'où l'appellation *Réflexe d'orientation - investigation* (ROI). L'orientation du regard peut être obtenue plus précocement. L'émergence d'une telle réponse requiert un niveau d'attention automatique dite « exogène ».

Installation

L'enfant est assis sur les genoux de l'un des parents auquel on explique le principe de l'examen en lui demandant de ne rien manifester lors de la stimulation sonore. On peut

disposer devant lui quelques petits jouets silencieux à manipuler, pour canaliser le regard et maintenir une certaine stabilité. On changera le jouet dès que l'enfant manifeste des signes de désintérêt.

Ainsi, la stimulation perçue va surprendre l'enfant, capturer son attention exogène et déclencher des réactions de surprise diverses et/ou un réflexe d'orientation-investigation (Fig. 6).



Figure 6 : Réaction de surprise

Stimulations

On procède de la même manière qu'avec un nourrisson plus jeune.

Renforcement

Les modalités du renforcement sont variables. Le système du Réflexe d'orientation conditionnée (ROC) classique, dérivé du principe de Suzuki et Ogiba, consiste à proposer à l'enfant, en échange de sa réponse, une récompense visuelle (d'où l'appellation américaine *Visual Reinforcement Audiometry* ou *VRA*). Ce peut être la mise en marche d'un objet lumineux, d'un dessin animé, l'agitation d'une peluche…

Ce renforcement visuel classique peut être remplacé par une interaction enfant/examinateur[20]. Au cours de cette interaction l'examinateur maintient la stimulation et donne du sens à la perception en proposant à l'enfant une « traduction symbolique » de ce qu'il perçoit : balancement du corps au rythme de la stimulation, gestes, mimiques, paroles etc. Une telle manœuvre, soutenue par un jeu relationnel très personnalisé, stimule l'éveil auditif.

4.1.5 À partir de 28-30 mois d'âge de développement

À partir de 28 ou 30 mois l'enfant est, en principe, capable de contrôler délibérément son attention, donc d'attendre activement le stimulus et de donner une réponse motrice dite « volontaire » obtenue par conditionnement. Il peut s'agir :

- D'appuyer sur un bouton pour déclencher un spectacle : principe du *train-show*, du *ciné-show*,
- Ou de jeux répétitifs simples : enfiler des anneaux sur une tige, jeter des cubes dans une corbeille,…

L'écoute active sollicite l'attention endogène qui requiert un certain degré de maturité neurologique. Quelques enfants seront capables d'une écoute active vers 2 ans, d'autres après 3 ans.

Ce n'est pas l'âge civil qui compte, mais le stade de développement et le comportement de l'enfant. Il est donc primordial de bien jauger ses capacités, de les respecter et, en cas de doute, préférable de commencer par une méthode correspondant à un âge de développement moins avancé (ROC, voire ROI).

Installation

La disposition est identique à celle décrite précédemment. L'enfant abandonnera les genoux de ses parents lorsqu'on le sentira très à l'aise. Il faut veiller à ne disposer devant lui aucun jouet distracteur hormis ceux qu'on utilise pour le conditionnement quand on choisit pour cela les jeux répétitifs simples type encastrement.

20 *Cf.* Protocole Delaroche *en annexe 8.5.*



Figure 7 : Stimulations en conduction osseuse
Conditionnement volontaire avec un jeu d'encastrement.

Stimulations en conduction osseuse (CO)

On commence par installer le conditionnement (Fig. 7).

Celui-ci s'obtient avec une stimulation vibro-tactile, toujours perçue, même chez l'enfant sourd profond : l'examen débute donc sur 250 Hz à 45 dB ou 500 Hz à 60/65 dB. Cette stimulation est parfaitement tolérée si l'on prend soin de la faire sentir sur la main auparavant.

Il est souvent plus facile d'installer le conditionnement volontaire sans explication verbale. Le conditionnement est ainsi accessible aux enfants sourds, aux enfants ayant un retard de langage, ou aux enfants non francophones. L'examinateur prend la main de l'enfant, l'invite à écouter et, lors des premières stimulations, exécute le geste de réponse avec lui. Dès que l'enfant exécute le geste seul, en synchronisation avec la stimulation, le conditionnement est acquis. On laisse alors l'enfant faire seul. Il faut s'assurer que les réponses coïncident avec les stimulations, celles-ci étant délivrées à intervalles aléatoires.

On peut alors rechercher le seuil sur la fréquence du conditionnement, puis on interroge les autres fréquences (1 000, 2 000, 4 000 et 250 Hz). Avant de rechercher le seuil et pour familiariser l'enfant avec le son à reconnaître, on peut présenter chaque fréquence à un niveau jugé supraliminaire (en fonction du seuil obtenu sur la fréquence précédente).

En raison du transfert transcrânien, une seule courbe osseuse suffit.

En cas de refus du vibrateur par l'enfant, le conditionnement et l'étude de la conduction aérienne se feront en champ libre (cf. infra).

Stimulations en conduction aérienne (CA)

- **Au casque ou avec des inserts.** Après obtention des seuils en CO, on recherche les seuils en conduction aérienne au casque, afin de tracer la courbe tonale de chaque oreille. Les fréquences à interroger et les niveaux à délivrer seront choisis en fonction des résultats obtenus par voie osseuse. Il est inutile d'essayer de tester 125 Hz en dehors des surdités profondes.
- La recherche des seuils **en champ libre** est faite :
  - En cas de refus du casque,
  - Pour avoir une information sur l'audition globale,
  - Pour montrer aux parents le niveau sonore à partir duquel l'enfant réagit,
  - Pour avoir un point de comparaison entre seuils oreilles nues et seuils oreilles appareillées (estimation du gain prothétique).

Renforcement

La récompense (train qui se met en route, jeu d'encastrement,...) et les félicitations de l'examinateur encouragent l'enfant à reproduire la réponse à chaque fois qu'il perçoit les sons : c'est le renforcement.

Exemple avec un jeu d'encastrement

- **L'attitude requise** (élément de jeu porté à l'oreille) favorise l'écoute. Elle met en évidence des informations très révélatrices au niveau du visage : mouvements des yeux, des cils, rictus qui précède la réponse, regard qui change de direction, etc. Certains enfants bloquent leur respiration pour écouter, ce qui objective leur grande concentration.
- **Le canal visuel** est moins sollicité que dans le système du *train-show* ou *ciné-show* ; en conséquence :
  - L'attention auditive est renforcée,
  - Le regard est plus disponible pour le testeur qui soutient l'attention,
  - Une véritable compétition s'engage entre l'enfant et le testeur qui, lui aussi, écoute,
  - La relation s'en trouve renforcée.

Exemple avec le *train-show*

L'attitude (doigt porté à l'oreille) accompagné de la reproduction du rythme du stimulus (le « *tutut* » du train) et précédant le geste moteur d'appuyer sur la manette est là encore importante afin de privilégier l'écoute active avant la phase motrice et la récompense visuelle.

La récompense. Le train ne se met en route que s'il y a eu signal sonore (aucun événement ne se produit si l'enfant appuie gratuitement) : cela permet à l'enfant de mettre en action un circuit déjà complexe quoique typiquement de type pavlovien : *j'entends, j'appuie, alors le train tourne.*

- Ces différents modes ludiques de renforcement permettent de nombreuses improvisations pour relancer intérêt et attention ; par exemple, faire écouter le doudou, la poupée, le testeur…, mais pas les parents : Attention ! Ils ne contrôlent pas la stimulation et risquent de déclencher des réactions en dehors de toute stimulation.
- **Le masquage** est tout à fait possible chez un jeune enfant bien conditionné. Il obéit aux mêmes critères que l'assourdissement de l'adulte[21], mais la réalisation sera adaptée. Il faut limiter les explications verbales et faire vivre la situation. Le niveau du bruit masquant controlatéral sera augmenté progressivement pour habituer l'enfant. Le stimulus pourra alors être délivré.

21 *Cf.* Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte.

4.1.6 Remarques complémentaires

- Avant de démarrer l'examen, mettre l'enfant en confiance, sur un mode ludique.
- Bien évaluer son développement et le respecter.
- Savoir que l'âge le plus délicat couvre une période allant de 18 à 30 mois :
  - Le vibrateur et le casque sont plus difficilement acceptés à l'âge du *non* !
  - L'enfant manifeste moins de réactions de surprise et pourtant il n'est pas encore mûr pour l'écoute active.
- Bien gérer les stimulations pour économiser les ressources attentionnelles de l'enfant et obtenir le maximum d'informations fiables en un minimum de temps.
- Deux réponses au moins pour une même stimulation sont suffisantes pour déterminer un seuil.
- En cas de doute, augmenter le niveau de la stimulation de 10 dB.
- En cas de blocage au cours du test, se garder de toute manœuvre d'incitation à la réponse, mais relancer le système de réponses en reprenant une stimulation ayant entraîné une réponse certaine. Si l'enfant ne répond plus, en conclure qu'il est saturé et arrêter le test.
- Une pratique efficace requiert un « entraînement » intensif de la part de l'examinateur (plusieurs examens audiométriques par semaine).
- Il faut rappeler que, comme chez l'adulte, l'audiométrie tonale souffre d'une incertitude de l'ordre de 5 à 10 dB en CA, et de 7 à 15 dB en CO[22].
- La durée approximative d'un test varie entre 30 et 40 minutes.

Tableau 2 : Paramètres impliqués en audiométrie comportementale

<table>
<tr><th>Âge de développement</th><th>Perception / Vigilance</th><th>Nature des réactions</th><th>Renforcement</th></tr>
<tr><td>Naissance et premières semaines</td><td rowspan="3">État d'alerte</td><td rowspan="3">Réactions réflexes</td><td rowspan="2">Pas de renforcement</td></tr>
<tr><td>2 mois
Bébé au seuil de l'endormissement</td></tr>
<tr><td>2 mois
Bébé éveillé</td><td>Interaction</td></tr>
<tr><td>À partir de 5 - 6 mois</td><td>Capture de l'attention exogène</td><td>Réactions de surprise et/ou réflexes d'orientation</td><td>Renforcement visuel (ROC) ou interaction qui donne du sens</td></tr>
<tr><td>À partir de 28 - 30 mois</td><td>Écoute active : sollicitation de l'attention endogène</td><td>Réponses motrices volontaires</td><td>Renforcement inclus dans la réponse
- Appuyer sur un bouton
- Mettre un élément de jeu d'encastrement</td></tr>
</table>

22 *Cf. NF EN ISO 8253-1 (2009).*

4.2 Audiométrie vocale

L'audiométrie vocale est une mesure globale de la fonction auditive chargée d'évaluer l'intelligibilité de la parole[23]. Elle est complémentaire de l'audiométrie tonale pour **confirmer le seuil de perception**. Elle doit être réalisée dès que possible en s'adaptant aux capacités et au vocabulaire de l'enfant. Elle est l'un des indicateurs de l'entrée dans la communication orale et doit évoluer avec le développement du langage et de la parole (définitions en annexe).

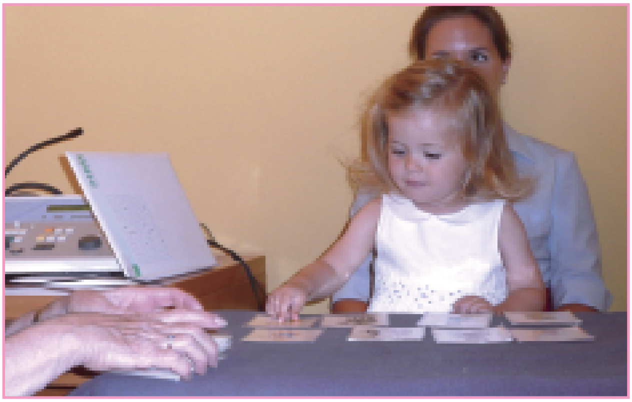
Le matériel verbal peut être présenté de trois manières :

- **À voix nue**, en champ libre, avec mesure éventuelle du niveau vocal par un sonomètre ;
- **Au microphone** avec un amplificateur, en champ libre ou au casque, à travers une double cabine ;
- **À l'aide de listes enregistrées**, en champ libre ou au casque.

Selon la compréhension et la participation de l'enfant, deux modes de réponse peuvent exister :

- **Désignation d'objets ou d'images :** Après présentation du mot à niveau variable, l'enfant montre du doigt l'image ou saisit l'objet correspondant au mot prononcé (exemple : « petits jouets »). Le temps nécessaire à la réponse peut être différent d'un enfant à l'autre. Chez les plus jeunes un test à voix nue ou au microphone peut être plus souple qu'un test utilisant un enregistrement (Fig. 8).
- **Répétition :** Après présentation du mot à niveau variable, l'enfant répète le mot prononcé comme en technique adulte, en ayant cependant pris soin de choisir un matériel vocal adapté au vocabulaire connu de l'enfant.

Figure 8 : Audiométrie vocale par désignation d'images



Il est conseillé de débuter par une épreuve vocale à la portée de l'enfant pour lui épargner une situation d'échec et créer un climat relationnel favorable à l'échange, avant d'augmenter progressivement la complexité du test. La mise en confiance peut, par exemple, être obtenue en débutant le test à voix nue, par désignation d'images ou de couleurs (avec lecture labiale si nécessaire). Si l'épreuve s'avère trop simple, on passera au niveau immédiatement supérieur (par exemple, à une épreuve de répétition en champ libre sans lecture labiale), et ainsi de suite jusqu'aux capacités maximales de l'enfant (vocale au casque).

23 *Cf.* Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'Adulte.

Le matériel vocal peut être[24]:

- Interjections, mots connus, mots simples et courants,
- Listes monosyllabiques, dissyllabiques enfant, dissyllabiques adulte, listes cochléaires, logatomes.

Le test peut être réalisé avec ou sans lecture labiale, dans le silence ou avec du bruit, selon des méthodes qui sont normalisées[25].

On parle de listes fermées lorsque tous les mots utilisés sont représentés sur la planche d'images ou une liste écrite, de listes ouvertes lorsqu'aucune indication sur les mots n'est donnée, et de listes semi-ouvertes sur un thème annoncé (exemple : les animaux).

L'analyse des résultats doit tenir compte de l'âge de l'enfant, de sa volonté de participation, de son vocabulaire, de son articulation, ainsi que de son degré de surdité éventuelle.

Quand elle est possible et fiable, l'audiométrie vocale apporte des éléments d'orientation diagnostique, en la comparant à l'audiométrie tonale. Une courbe vocale très dégradée par rapport aux seuils en tonale doit faire évoquer une neuropathie ou une autre atteinte centrale. De plus, la vocale avec assourdissement controlatéral est précieuse pour confirmer une asymétrie auditive, en particulier une cophose unilatérale.

Alors que chez l'adulte les tests vocaux (avec et sans bruit) reflètent les difficultés rencontrées en milieu social, les mêmes tests chez l'enfant doivent être corrigés en fonction de ses capacités cognitives (langage, attention). La répétition n'implique pas la compréhension, et on ne peut déduire la gêne sociale de l'enfant à partir de l'audiométrie vocale. Pour explorer la compréhension du langage, il faudra un bilan orthophonique.

Les graphiques de saisie des résultats chez l'enfant sont identiques à ceux de l'adulte, en indiquant le mode de passation.

4.3 Examens objectifs

4.3.1 Impédancemétrie

Qu'elle soit automatique ou manuelle, l'impédancemétrie n'est pas une mesure de l'audition, mais elle y est associée.

L'impédancemétrie doit être systématique chez l'enfant. Elle permet d'explorer le fonctionnement du système tubo-tympano-ossiculaire par la **tympanométrie**, et de rechercher le **réflexe stapédien**.

Une bonne étanchéité de l'embout dans le conduit auditif externe est souvent difficile à obtenir chez un nourrisson ou un petit enfant qui bouge, elle est plus facile avec un impédancemètre automatique.

La tympanométrie complète l'otoscopie dans le diagnostic des surdités de transmission. Le tracé du tympanogramme objective certaines anomalies du système tympano-ossiculaire (épanchement dans l'oreille moyenne, dysfonctionnement tubaire, flaccidité tympanique, interruption de la chaîne ossiculaire). En revanche, elle ne permet en aucun cas de connaître le fonctionnement de l'oreille interne[26].

24 Le matériel vocal qui doit être utilisé en audiométrie chez l'adulte est défini dans la norme NF EN ISO 8253-3 en cours de révision. Il n'existe pas de norme spécifique à l'audiométrie chez l'enfant.

25 On trouvera toutes les indications dans le GBPAA, notamment les méthodes les plus performantes et les indicateurs en audiométrie vocale, aussi applicables à l'examen de l'enfant.

26 Chez le nourrisson, les dimensions du CAE sont inférieures à celles de l'adulte, ce qui entraîne une fréquence de résonance plus élevée, de l'ordre de 6 à 8 kHz. Aussi, le tympanomètre utilisé chez les nourrissons devrait émettre une tonale de sonde de fréquence plus élevée.

ATTENTION :

- Tympanométrie normale ne signifie pas audition normale.
- Derrière un tympanogramme plat d'otite séreuse, il peut exister une surdité de perception.

Le réflexe stapédien

Avec un impédancemètre automatique, c'est en général le réflexe stapédien ipsilatéral qui est recherché ; toutefois l'exploration complète exige la recherche des réflexes ipsilatéraux et controlatéraux.

- L'absence du réflexe stapédien doit faire rechercher une surdité.
- L'étude du réflexe stapédien est également une exploration supraliminaire qui contribue au diagnostic topographique de la surdité : atteinte endocochléaire avec recrutement (test de Metz) ou rétrocochléaire.

ATTENTION : La présence du réflexe stapédien avec un seuil de déclenchement inférieur ou égal à 95 dB ne permet aucunement de conclure que l'audition est normale, puisque cela peut se produire en cas de surdité endocochléaire légère ou moyenne avec recrutement.

4.3.2 Potentiels évoqués auditifs du tronc cérébral (ou potentiels évoqués auditifs précoces)

Il s'agit de l'enregistrement de l'activité électrique des voies auditives, depuis l'origine du nerf auditif jusqu'à la partie haute du tronc cérébral, en réponse à une stimulation acoustique générée par clics ou par bouffées tonales (*tone-bursts*).

Il s'agit généralement de clics non filtrés. L'étude des seuils spécifiques à chaque fréquence (exemple : *tone-bursts*, clics filtrés) s'avère, en pratique, complexe à mettre en œuvre et difficile à interpréter.

Conditions de recueil

Les conditions de recueil sont fondamentales chez l'enfant. Le recueil est extrêmement sensible aux mouvements parasites (contractions des paupières, du front, du cou). Par conséquent, en pédiatrie, l'enregistrement doit **impérativement** être réalisé **pendant le sommeil**, que ce soit pour les PEAA (potentiels évoqués auditifs automatisés) ou les PEA avec recherche du seuil auditif.

Chez le nouveau-né qui a de longues périodes de sommeil, cette condition est facilement remplie, après une tétée ou un biberon.

Chez le nourrisson ou le jeune enfant, plusieurs recommandations pour obtenir le sommeil doivent être respectées :

- La privation de sommeil dans les heures précédant l'examen (réveil matinal, privation de sieste pendant le trajet) ;
- La réalisation de l'examen en début d'après-midi, après le repas (ou juste après le biberon), sur un lit d'enfant, dans une pièce obscure et silencieuse ;
- La présence rassurante de la mère, du « doudou », d'une sucette, voire l'administration une heure avant l'examen d'un sédatif non dépresseur respiratoire[27].

En cas d'échec de l'endormissement, le recours à une anesthésie générale doit être envisagé pour ne pas biaiser ni retarder le diagnostic.

27 *Hydroxyzine (Atarax®), à partir de 30 mois, ou niaprozine (Nopron®) après 3 ans. En milieu hospitalier, l'hydroxyzine peut être utilisé même chez le nourrisson à la dose de 2 mg/kg (Manuel pratique d'Anesthésie, Albrecht E, Haberer J-P, p. 46, Masson, 2006, disponible sur books.google.fr*

Objectif de diagnostic

- Détermination du seuil objectif. Les réponses fournissent une indication quant aux seuils sur la zone 2000-4000 Hz[28]. Le seuil électro-physiologique de l'onde V est plus élevé (de 0 à 20 dB) que le seuil auditif, et dépend d'un certain nombre de facteurs :
  - Conditions de recueil (cf. supra) ;
  - Prématurité et maturation des voies auditives : il faut tenir compte des abaques de seuil en fonction de l'âge conceptionnel[29] ;
  - Contexte neurologique ;
  - Profil des courbes tonales.
- La mesure des latences doit être associée à la recherche du seuil, car elle participe au diagnostic du siège de la surdité (transmission, endo- ou rétro-cochléaire). Il faut tenir compte également des abaques de latences en fonction de l'âge conceptionnel. L'allongement des latences de toutes les ondes, avec conservation des délais inter-pics, plaide en faveur d'une composante transmissionnelle déterminante, sans que l'on puisse éliminer une atteinte perceptive associée.
- L'étude des potentiels auditifs précoces en raréfaction et condensation permet de rechercher le seuil du potentiel microphonique cochléaire : un seuil meilleur que celui de l'onde V fait évoquer une neuropathie auditive ou désynchronisation auditive.

Objectif de dépistage

Les potentiels évoqués auditifs automatisés (PEAA), proposés pour le dépistage néonatal, ne permettent pas la détermination du seuil, mais recherchent une onde V à un niveau fixe (en général 35 dB HL). Les appareils de PEAA ne sont conçus que pour les nourrissons de moins de 6 mois.

Les PEAA doivent également être effectués au cours du sommeil.

4.3.3 Otoémissions acoustiques provoquées (OEAP)

Les otoémissions sont des vibrations produites par les cellules ciliées externes en réponse à une stimulation acoustique et transmises de manière rétrograde jusqu'au CAE où elles peuvent être enregistrées au moyen d'une sonde microphonique miniaturisée.

Elles constituent une exploration de l'oreille interne, mais sont sensibles aux dysfonctions de l'oreille moyenne, et **ne permettent pas de déterminer le seuil auditif**. Le stimulus est un clic non filtré, qui génère une réponse de 1000 à 4000 Hz principalement.

Le recueil étant parasité par les bruits endogènes et exogènes, cet examen doit être réalisé chez un nourrisson calme ou endormi.

Pour le dépistage néonatal, il est recommandé de réaliser l'examen à partir du 3e jour, du fait de la persistance de liquide amniotique dans la caisse du tympan pendant les premiers jours de vie.

28 En toute rigueur, il faut préciser que le clic détecte bien les pertes horizontales et les pertes sur les fréquences aiguës, mais pas les pertes limitées aux fréquences graves. Si on élargit la fenêtre d'analyse, si on recherche la courbe latence/niveau, on peut détecter une augmentation de latence du pic V à faible niveau, signe d'une réponse venant des fréquences graves à partir de cette augmentation de latence. Dans ce cas, la réponse aux fréquences 2-4 kHz s'observe là où les latences sont normales, la réponse aux fréquences graves s'observe quand la latence augmente. On peut donc préciser un seuil pour les fréquences aiguës et un seuil pour les fréquences graves, pour les courbes en pente.

29 Cf. Annexe 8.4.2.

Interprétation du test

- Les critères de détermination de la présence d'otoémissions sont :
  - Reproductibilité d'au moins 70%,
  - Rapport signal/bruit au moins égal à 6 dB SPL.

- L'absence d'otoémissions signifie soit :
  - Un problème de recueil (encombrement du conduit, bruits parasites, stabilité de la sonde,…),
  - Une perte auditive supérieure à 30 dB HL, par atteinte de l'oreille interne qui ne produit plus d'otoémission (surdité moyenne, sévère ou profonde),
  - Une atteinte de l'oreille externe ou moyenne (qui gêne la transmission des oto-émissions jusqu'au micro).

La présence d'otoémissions ne permet pas d'affirmer la normalité de l'audition, mais l'absence d'une perte auditive supérieure à 30 dB HL sur la meilleure fréquence sauf en cas de neuropathie/désynchronisation auditive.

Diagnostic topographique des surdités de perception de plus de 30 dB HL

En cas de surdité de perception :

- L'absence d'otoémissions permet d'affirmer une participation cochléaire,
- Leur présence oriente vers une atteinte rétrocochléaire.

Les OEAP doivent être associées aux PEA si l'on veut faire le diagnostic des neuropathies auditives.

Dépistage

Les otoémissions sont utilisées pour le dépistage objectif de la surdité, principalement chez le nouveau-né. Les appareils de dépistage donnent une réponse binaire *pass/refer* fondée sur ces critères, mais ne permettent pas de visualiser le spectre des otoémissions.

Les anomalies rétrocochléaires (retard de maturation, neuropathies auditives) étant fréquentes chez les nouveau-nés ayant séjourné en unité de soins intensifs, les otoémissions ne sont pas suffisantes pour le dépistage dans cette population.

En revanche, en cas d'absence de réponse aux PEAA, les OEAP doivent être recherchées pour savoir s'il y a ou non une atteinte cochléaire.

5. Examens fonctionnels complémentaires

5.1 Autres potentiels auditifs

À côté des PEA utilisés en audiométrie courante, il existe d'autres potentiels évoqués auditifs :

- Semi-précoces ou de latence moyenne (de 10 à 60 ms) ;
- Tardifs ou corticaux (latences de 50 à 300 ms) ;
- Cognitifs auditifs (P300, négativité de discordance = MMN[30]).

Ces potentiels ne sont pas utilisés en audiométrie courante, car trop longs à recueillir, mais ils sont intéressants pour l'évaluation des seuils sur les graves (potentiels semi-précoces), et dans le bilan de troubles centraux.

5.2 Produits de distorsion

Principe

Les produits de distorsion acoustique, ou PDA, forment une catégorie d'otoémissions provoquées. Ils apparaissent lors de l'envoi simultané dans le conduit auditif externe de deux sons purs (dits primaires) de fréquences f1 et f2. Les cellules ciliées externes de la cochlée (CCE) sont à l'origine des PDA.

En l'absence de leurs stéréocils et, *a fortiori*, des CCE entières, il n'y a pas de PDA même à fort niveau de stimulation.

Malheureusement, avec une stimulation de plus de 70 dB SPL, il peut y avoir des PDA même en présence d'une surdité profonde (persistance de CCE passives).

Recueil

La recherche des PDA est un test clinique de la fonctionnalité des CCE dans la région de la cochlée correspondant à f2. Lorsque le niveau de PDA est tracé en fonction de f2 que l'on fait varier (par exemple entre 0,5 et 8 kHz), il en résulte un « PDA-gramme », à ne pas confondre avec un audiogramme puisqu'il ne teste que les CCE.

Le recueil des PDA requiert les mêmes conditions acoustiques que les OEAP, c'est-à-dire un enfant calme dans un local ordinaire, sauf pour l'octave 0,5 à 1 kHz très sensible aux bruits endogènes.

Interprétation

La présence de PDA avec une stimulation de moins de 70 dB SPL, alors que les OEAP sont absentes, oriente vers une atteinte cochléaire moyenne : de plus de 30 dB puisque les OEAP sont absentes, mais de moins de 60 dB puisqu'il existe des CCE fonctionnelles produisant des PDA et assurant l'amplification cochléaire.

30 Mismatch Negativity.

L'intérêt de la recherche de PDA par rapport aux otoémissions habituelles (provoquées par clics) réside d'abord dans la vitesse de réponse : devant un enfant aux PEA plats, la présence d'un beau PDA signe le diagnostic en deux secondes, même si l'enfant ne reste pas calme plus longtemps.

Avec les OEA provoquées, la réponse disparaît dès qu'un dysfonctionnement des CCE entraîne une perte auditive de plus de 30 dB, même s'il reste des CCE et que la perte auditive n'est par exemple que de 35 dB. Les PDA devraient permettre de repousser cette limite.

Les PDA pourraient avoir une place intermédiaire entre OEAP et PEA dans le cheminement diagnostique.

5.3 Électrocochléographie (ECochG)

L'électrocochléographie recueille l'activité électrophysiologique de l'oreille interne : le potentiel microphonique cochléaire et le potentiel d'action composite du nerf auditif.

Une électrode doit être placée au plus près de l'oreille interne. Classiquement, l'électrode est piquée sur le promontoire à travers le tympan, ce qui, chez l'enfant, nécessite une anesthésie générale et la présence obligatoire d'un otologiste. L'apparition d'électrodes extratympaniques, simple bouchon mousse doré à placer dans le conduit comme un insert, (exemple Tiptrode® de Etymotic, qui s'adapte à n'importe quel appareil de PEA) a relancé l'utilisation de l'électrocochléographie par certaines équipes.

L'électrocochléographie a été supplantée par les PEA du tronc cérébral en tant qu'examen objectif chez le jeune enfant. Cependant elle pourrait retrouver un regain d'intérêt pour éclairer le mécanisme d'altération des PEA du tronc cérébral : chez un enfant dont les PEA sont très altérés ou absents, la préservation du potentiel microphonique cochléaire et l'élargissement net du potentiel d'action du nerf auditif orientent très fortement vers le diagnostic de « neuropathie auditive », d'autant plus dans un contexte d'atteinte neurologique.

Il faut cependant reconnaître que, dans la pratique actuelle, la préservation des OEA possède une valeur d'orientation diagnostique comparable avec des contraintes moindres. L'ECochG permet également de préciser le degré d'atteinte cochléaire dans les atteintes associées endo- et rétro-cochléaires.

5.4 Potentiels évoqués auditifs stationnaires (ASSR[31])

Leur vocation est d'obtenir des seuils objectifs spécifiques d'une fréquence. Le son pur testé (entre 250 et 12 000 Hz) est modulé en amplitude à une fréquence basse (entre 10 et 150 Hz).

La réponse des voies auditives au son pur correspond à un pic, à la fréquence de modulation, dans le spectre de l'EEG. On diminue l'amplitude du stimulus jusqu'à disparition du pic.

Le grand avantage des ASSR est de permettre l'enregistrement simultané de la réponse à plusieurs sons purs sur les deux oreilles. Les ASSR sont d'autant plus précis pour évaluer les seuils auditifs que la perte auditive est importante (> 60 dB) et la corrélation avec le seuil subjectif est meilleure aux fréquences comprises entre 1 000 et 4 000 Hz.

Des perfectionnements de cette technique sont encore nécessaires pour en améliorer la fiabilité et en permettre l'utilisation courante en audiométrie objective.

31 Auditory Steady-State Responses.

5.5 Tests auditifs centraux

Ces tests peuvent être proposés chez les enfants ayant une audiométrie tonale normale, mais présentant des difficultés d'intelligibilité dans le bruit ou des confusions de sons en langage écrit. Nécessitant une bonne collaboration de l'enfant, il est difficile de les réaliser avant l'âge de 7 ans environ. Les tests généralement utilisés sont les tests vocaux dans le bruit, les tests dichotiques verbaux et le test de perception catégorielle du voisement[32].

32 Batterie d'Audition Centrale de Demanez.

6. Stratégie des examens audiométriques

L'évaluation précoce de l'audition nécessite une stratégie rigoureuse adaptée à chaque enfant. Elle comporte les examens subjectifs et objectifs nécessaires et suffisants, choisis en fonction de l'âge et du développement de l'enfant.

Dans tous les cas, le bon déroulement des examens nécessite la mise en confiance de l'enfant et de ses parents, et une attention soutenue de la part du testeur.

La stratégie audiométrique concernant le nouveau-né adressé après découverte d'une anomalie lors du dépistage néonatal est spécifique.

6.1 Nouveau-né adressé après dépistage auditif précoce

Que le dépistage ait été fait à la suite d'un examen par OEAP ou par PEAA, la priorité est de réaliser des **PEA diagnostiques** (à cet âge, le sommeil naturel est facilement obtenu) avec une tympanométrie le jour de l'examen.

Les **otoémissions acoustiques provoquées** seront également systématiquement recherchées à nouveau ou pour la première fois si l'examen de dépistage a été réalisé par les PEAA.

À noter que chez les enfants ayant séjourné en soins intensifs néonataux, il convient que le dépistage associe la recherche des PEAA et des OEAP.

Si on trouve une anomalie à ces examens objectifs, il faudra pratiquer un examen subjectif comportemental, ce qui à cet âge requiert une formation en audiologie infantile.

6.2 Examen audiométrique en dehors du contexte du dépistage néonatal

Les étapes peuvent se décliner comme suit :

- Le temps consacré à **l'interrogatoire** ne doit pas être trop long pour que l'enfant reste disponible. Il faut s'intéresser aux antécédents néonataux, familiaux, au développement moteur (marche) et à celui du langage. On en profitera pour observer l'enfant, son comportement et estimer son développement psychomoteur.
- Il est utile de commencer par une **acoumétrie à la voix**, et aux instruments sonores étalonnés, surtout si l'enfant est jeune ou que l'on pressent un examen audiométrique difficile. Cela permet d'apprécier globalement l'audition et le niveau de développement, afin de choisir la stratégie de conditionnement pour l'audiométrie.
- En **audiométrie tonale**, le fait de commencer par l'étude de la conduction osseuse permet d'initier le conditionnement et d'obtenir des réponses fiables. Le même conditionnement sera utilisé pour l'audiométrie en conduction aérienne au casque ou avec un insert et, si besoin, en champ libre (cf. chapitre 4).
- En **audiométrie vocale**, rappelons l'utilité de l'acoumétrie à la voix, particulièrement

chez le jeune enfant. L'audiométrie vocale a tout son intérêt quand l'audiométrie tonale suggère un déficit auditif, quand les réponses sont douteuses et dans les examens difficiles, ou encore pour montrer aux parents le seuil d'intelligibilité.

En audiométrie infantile, l'otoscopie, la tympanométrie et la recherche des réflexes stapédiens sont réalisées de préférence après les tests subjectifs[33].

6.3 Arbre décisionnel en fonction des résultats

La fiabilité de l'examen audiométrique dépend des bonnes conditions d'examen, de l'expérience du testeur et du comportement de l'enfant. Trois situations peuvent se présenter à l'issue de ce premier bilan :

- L'examen audiométrique conclut à une **audition normale** ou met en évidence une **hypoacousie de transmission** avec tympanogramme anormal : il n'est en général pas nécessaire de pratiquer d'autres examens. Un contrôle audiométrique doit être programmé après traitement de la pathologie d'oreille moyenne.
- L'examen audiométrique révèle une déficience auditive par **atteinte neurosensorielle ou mixte**, ou encore une **surdité de transmission à tympanogramme normal**.

  La poursuite du bilan est indispensable par des examens objectifs :
  - **PEA**, réalisés chez un enfant endormi (sommeil naturel ou induit) avec tympanogramme le jour de l'enregistrement ;
  - **OEAP** dont la recherche devrait être systématique ;
  - ECochG en cas de difficulté d'interprétation des PEA, de contexte neurologique ou de discordance avec l'audiométrie subjective ;
  - La fiabilité et l'utilité des ASSR chez le jeune enfant sont en cours d'étude.
- L'examen audiométrique ne peut pas être réalisé (troubles du comportement, handicap associé,…) ou n'est pas fiable. Deux attitudes :
  - Nouvel examen audiométrique : plusieurs tests peuvent être nécessaires pour obtenir des seuils précis ou confirmer le premier bilan ; il peut être utile d'adresser l'enfant à une consultation d'audiologie infantile.
  - Recours à des examens objectifs de l'audition.

6.4 Résultat du bilan auditif

En cas de surdité, la conduite de l'examen auditif doit permettre une confirmation diagnostique de qualité dans un délai rapide. La complémentarité des examens audiométriques dits subjectifs et des examens électrophysiologiques ou objectifs définit le type de l'atteinte auditive et le degré de la perte auditive.

L'annonce du diagnostic est faite par le médecin ORL après le recueil des différents résultats.

Dès l'instant où l'on commence un bilan audiologique, on peut se trouver amené à faire un diagnostic de déficience auditive. Il faut alors être formé à l'annoncer, en s'adaptant aux parents et à leurs interrogations, et en abordant les mesures à mettre en place et les intervenants à contacter.

Dans un deuxième temps, les différentes explorations à visée étiologique peuvent être programmées (bilan génétique, examen ophtalmologique, examens radiologiques…).

33 Rappelons que, chez l'adulte, la tympanométrie et la recherche des réflexes stapédiens, qui émettent des sons de niveaux supraliminaires, doivent aussi être effectués après l'audiométrie liminaire.

7. Cas particuliers

7.1 Enfant avec handicap associé

Il peut s'agir de handicap moteur, de retard mental, de troubles de la personnalité, de handicap visuel ou autre. Dans tous les cas, il faudra :

- S'adapter au développement psychomoteur atteint par l'enfant[34] ;
- Ajuster le rythme des stimulations et respecter les temps de réaction (par exemple chez l'enfant trisomique) ;
- Savoir décoder les réactions de l'enfant aux stimulations sonores : parfois minimales ou subtiles, comme ébauche de sourire, modification de la respiration, de la succion, modification du regard, ou réactions paradoxales comme le balayage de l'espace par le regard sans but défini chez les enfants ayant un trouble relationnel.

Il est parfois très délicat de savoir si la réaction est vraiment en lien avec la stimulation, ou aléatoire. Il faut donc généralement recourir à des examens objectifs, réalisés dans des conditions de recueil rigoureuses.

Dans ces cas difficiles, on n'hésitera pas à adresser l'enfant à une consultation spécialisée en audiologie infantile.

7.2 Surdités fluctuantes

Chez l'enfant, les causes de surdités fluctuantes sont avant tout les otites séro-muqueuses.

Parmi les surdités permanentes, certaines fluctuent. L'origine en est surtout malformative, plus rarement acquises après un traumatisme crânien ou pressionnel, par fistule périlymphatique.

L'anomalie la plus fréquente est la dilatation bilatérale de l'aqueduc du vestibule (DAV) qui peut faire partie d'un syndrome de Pendred, avec ou sans goitre. Outre la DAV, d'autres malformations (syndrome de Mondini, syndrome de l'oreille geyser) peuvent s'accompagner d'un Rinne audiométrique sans anomalie d'oreille moyenne, et de fluctuations de la conduction aérienne et de la conduction osseuse.

Il est important dans ces cas de surveiller l'audition, car ces surdités fluctuantes, outre les difficultés d'appareillage qu'elles entraînent, sont bien souvent évolutives.

7.3 Surdités progressives et/ou d'apparition secondaire

Il faut garder à l'esprit qu'un bilan auditif normal un jour ne l'est pas pour toujours[35] !

- Dans certains contextes on trouve des surdités différées ou s'aggravant insidieusement :
    - Antécédents génétiques, à tout âge.

34 Cf. Annexe 8.2. Développement psychomoteur de l'enfant.
35 La moitié des enfants sourds de 10 ans ne le sont pas depuis la naissance...

- Embryofœtopathies à cytomégalovirus (CMV) avec aggravation parfois même plusieurs années après la primo-infection.
- Méningites bactériennes, avec parfois un premier bilan auditif normal, mais un risque de surdité secondaire et d'évolutivité très rapide, pouvant s'associer à une ossification totale des cochlées.

Une bonne pratique dans ces cas conduit donc à une surveillance audiométrique régulière, voire rapprochée (CMV ou méningite).

- En dehors de tout contexte à risque, la généralisation du dépistage néonatal ne doit pas faire oublier qu'un bébé dont le dépistage est normal n'est pas à l'abri :
  - Des surdités acquises les plus fréquentes, liées aux pathologies inflammatoires chroniques de l'oreille moyenne ;
  - Des surdités génétiques d'apparition secondaire sans aucun antécédent familial ;
  - Des surdités de perception acquises après traumatisme crânien ou sonore, prise d'ototoxiques, infections virales ou bactériennes.

Au moindre doute, il est donc conseillé de recourir à l'audiométrie dans toutes ces circonstances.

Enfin, toute surdité diagnostiquée chez un enfant peut évoluer, justifiant des contrôles audiométriques réguliers.

7.4 Neuropathie auditive

La neuropathie auditive désigne une catégorie particulière de surdités de perception.

Au terme de neuropathie auditive (souvent remplacé par celui de *auditory dys-synchrony* ou défaut de synchronisation de l'activité nerveuse sur la voie auditive) doit être dorénavant substitué celui d'**affection appartenant au spectre des neuropathies auditives** (*auditory neuropathy spectrum disease* - Conférence de consensus, Côme, Juin 2008).

Le diagnostic est habituellement porté devant l'absence ou la profonde dégradation des potentiels évoqués auditifs précoces (PEAp), contrastant avec la présence d'otoémissions acoustiques provoquées (OEAP) ou mieux d'un microphonique cochléaire (recherché lors de l'enregistrement des potentiels évoqués auditifs précoces, en comparant les résultats obtenus en stimulant à l'aide de clics de raréfaction à ceux obtenus à l'aide de clics de condensation, ou encore par électrocochléographie). La persistance d'OEAP n'est pas un critère obligatoire.

L'expression clinique de ces neuropathies auditives est cependant variée ; la surdité de perception peut être permanente ou fluctuante, la perte tonale pouvant être de degré léger à profond. L'attention doit être attirée par une courbe vocale très dégradée par rapport à la tonale ou par une mauvaise compréhension dans le bruit.

La physiopathologie est multiple, plusieurs mécanismes pouvant être mis en jeu : atteinte sélective des cellules ciliées internes, anomalie de la synapse entre cellules ciliées internes et fibres nerveuses afférentes (par mutation du gène de l'otoferline), anomalies de la myéline neuronale, anomalies portant sur l'axone lui-même. Au-delà de ces sites lésionnels responsables de l'atteinte de l'onde I des PEAp, certains cas comportent aussi des lésions nucléaires au niveau du tronc cérébral.

La surveillance doit comporter à la fois des tests subjectifs et objectifs avec OEAP et PEAp.

Il n'est cependant pas toujours facile de différencier ces neuropathies des retards de maturation qui provoquent une altération des PEAp en période néonatale – encore que l'onde I dans ce cas soit généralement normale – avec normalisation progressive au cours de la première année (phénomène qui peut-être observé en particulier chez des enfants ayant séjourné en soins intensifs néonataux).

7.5 Atteintes centrales

La normalité des tests auditifs courants (audiométrie tonale et vocale dans le silence, impédancemétrie, PEA) ne permet pas d'affirmer la normalité de l'audition. En effet, des troubles de l'intégration auditive centrale *(central auditory processing disorders)* avec une mauvaise intelligibilité dans le bruit, peuvent exister, en particulier chez les enfants qui présentent des confusions phonétiques en dictée, chez les dyslexiques et chez les enfants ayant des pathologies neurologiques.

La réalisation de tests centraux (cf. 5.5) est donc nécessaire pour objectiver les troubles.

7.6 Pseudohypoacousie, manifestations psychogènes, simulation

Devant une courbe audiométrique tonale autour de 50 dB HL, souvent plate, chez un enfant d'âge scolaire, alors qu'il n'y a pas de signe fonctionnel de surdité (pas de recours à la lecture labiale, réactions involontaires à de petits bruits inattendus, réponse à la voix faible sans repère visuel), il faut penser à une pseudohypoacousie.

Sont également évocateurs :

- La non reproductibilité des seuils tonals avec plus de 10 dB d'écart entre les réponses (mais parfois les enfants parviennent à donner des seuils assez reproductibles) ;
- La présence d'un Rinne ouvert incohérent avec des tympanogrammes normaux et des réflexes stapédiens présents ;
- La non corrélation entre le seuil tonal moyen et le seuil vocal.

Certains tests cliniques simples vont mettre en évidence le caractère erroné des réponses et permettre de s'approcher des seuils réels de l'enfant. Il faut tout d'abord reformuler la consigne en insistant sur la détection du « moindre bruit ». On peut si besoin :

- Comparer les seuils obtenus en méthode ascendante et descendante ;
- Rechercher alternativement le seuil pour une fréquence aiguë et une fréquence grave, alternativement sur une oreille puis l'autre ;
- Demander au patient de répondre oralement par *oui* quand il entend le stimulus et *non* quand il n'entend pas ; quand il dit *non* à plusieurs reprises lors de la présentation du son, celui-ci a vraisemblablement été entendu…
- Faire réaliser une tâche motrice en compétition avec le testeur *(« le premier qui entend tape sur la table ; tu gagnes si tu tapes plus vite que moi »)* ;
- Enfin, essayer de faire désigner, de façon inopinée, les parties du corps ou des images à voix chuchotée, sans lecture labiale.

Plus rarement il s'agit d'une allégation de surdité unilatérale. Comme chez l'adulte on aura recours au test de Stenger.

Devant ce tableau, la réalisation de tests objectifs (otoémissions, voire PEA) peut être nécessaire pour confirmer une audition périphérique satisfaisante.

La pseudohypoacousie est trop souvent considérée comme une simulation intentionnelle. Il s'agit en réalité très souvent d'un signe d'appel pour attirer l'attention de l'entourage sur des difficultés scolaires ou psychologiques. Il est important de ne pas parler de mensonge, et d'expliquer aux parents la nécessité d'un entretien psychologique et si besoin d'un bilan orthophonique.

7.7 Surdité unilatérale

Hormis les cas minoritaires où une surdité unilatérale est découverte après un dépistage néonatal, et confirmée par des démarches diagnostiques, la plupart des surdités unilatérales sont découvertes plus tardivement entre 3 et 6 ans, souvent à l'occasion des examens auditifs à l'école.

Si une surdité unilatérale a des conséquences bien moindres sur le développement du langage qu'une surdité bilatérale, elle peut malgré tout entraîner des troubles d'apprentissage.

En audiométrie, le diagnostic des surdités unilatérales nécessite un masquage controlatéral en conduction osseuse et en conduction aérienne (cf. chapitre 4.1.5), pour ne pas prendre une atteinte perceptive – en particulier une cophose (courbe fantôme) – pour une surdité de transmission. L'utilisation de l'assourdissement controlatéral en vocale est précieux au diagnostic.

Le bilan audiométrique d'une surdité unilatérale dont le caractère transmissionnel par pathologie de l'oreille moyenne n'a pas fait ses preuves doit être complet : tympanogramme avec recherche des réflexes stapédiens, audiogramme tonal en conduction aérienne et osseuse, audiogramme vocal, OEAP, PEA avec assourdissement controlatéral.

Pour certains, une surdité unilatérale pourrait être le prélude à l'installation d'une surdité bilatérale. Ceci :

- Impose la surveillance régulière de l'audiogramme de la bonne oreille ;
- Justifierait la poursuite des investigations diagnostiques chez le nouveau-né dont le dépistage est non concluant unilatéralement.

7.8 Examen audiométrique de l'enfant appareillé

L'audiométrie prothétique chez l'enfant, bien qu'utilisant les mêmes règles, procédures et modes de conditionnement que l'audiométrie clinique, présente quelques spécificités.

Dans le cadre de son activité, l'audioprothésiste utilise l'ensemble des éléments ayant abouti au diagnostic, et en retour, communique les résultats des examens qu'il a réalisés.

Dans le cadre du bilan pré-prothétique, la recherche du seuil liminaire se poursuit si possible par la recherche du seuil d'inconfort et du seuil de confort fréquence par fréquence en sons purs continus.

L'utilisation d'inserts chez le nourrisson et le jeune enfant est recommandée, car le calibrage des audiomètres au casque correspond à l'audiométrie de l'adulte et ne tient pas compte des différences de mesure liées aux dimensions et organisations spécifiques de l'oreille externe du nourrisson.

Une épreuve vocale doit être réalisée en fonction de l'âge et de l'importance de la surdité de l'enfant dans le cadre de ce bilan pré-prothétique. Aucune adaptation prothétique ne doit se faire sans avoir déterminé de façon précise les seuils auditifs et sans cohérence de l'ensemble des données audiométriques, cliniques et de l'interrogatoire des parents.

L'audiométrie avec oreille appareillée[36], dans le but de déterminer le gain fonctionnel des appareils, nécessite une vérification préalable des appareils auditifs et une otoscopie. Elle oblige à l'utilisation du champ libre (ou champ diffus) en chambre insonorisée non réverbérante. Le signal est émis à distance de l'enfant par l'intermédiaire d'un haut-parleur. Le signal utilisé est un son pur continu vobulé en fréquence afin d'éviter la formation d'ondes stationnaires retrouvées lors de l'émission de sons purs[37].

36 Il est toujours utile de noter le type d'appareils.

37 Dans le contexte de l'audiométrie, les ondes stationnaires se forment dans des cabines dont la réverbération est mal maîtrisée. Elles sont particulièrement gênantes puisque pouvant engendrer dans l'espace des différences de niveaux de l'ordre de 15 à 20 dB.

Le passage du son pur pulsé au casque au son pur vobulé en champ diffus oblige à une nouvelle mesure liminaire oreilles nues, car les deux signaux ne donnent pas les mêmes valeurs du seuil.

Le masquage est indispensable en cas de dissymétrie et doit être réalisé en plaçant le casque sur l'oreille à masquer et en pratiquant en champ libre le relevé du seuil sur l'oreille non masquée.

En audiométrie tonale en champ libre avec oreille appareillée, les seuils mesurés peuvent être faussement élevés du fait de l'enclenchement des traitements de signal, tels que le débruiteur, l'anti-Larsen,…

Les seuils d'inconfort et de confort sont recherchés fréquence par fréquence en sons continus vobulés en fréquence sans et avec appareils.

L'audioprothésiste vérifie également l'équilibrage stéréophonique lors d'une épreuve de localisation spatiale qui se fait au niveau de la voix moyenne à l'aide de 3 à 7 haut-parleurs. L'orientation de l'enfant vers la source sonore ou la désignation volontaire du haut-parleur émetteur permet de relever l'IGLS (indice général de localisation spatiale).

Une vocale adaptée à l'âge et aux capacités de l'enfant est réalisée dès que possible pour vérifier l'utilisation réelle des appareils auditifs.

L'audiométrie tonale et vocale avec appareils conduit à privilégier ponctuellement ou de façon plus continue le mode de communication nécessaire au développement harmonieux des fonctions cognitives, participe au choix des différentes techniques de réhabilitation des surdités et guide le processus rééducatif.

L'audiométrie prothétique peut être complétée par un relevé objectif à l'aide d'une chaîne de mesure *in vivo* qui permet de mesurer les niveaux sonores à proximité du tympan[38].

7.9 Examen audiométrique chez l'enfant implanté

Contrairement à l'aide auditive classique, l'implant cochléaire (IC) est une prothèse qui se substitue au transducteur physiologique. En effet, la fonction des cellules ciliées est remplacée par une stimulation électrique qui met en jeu une vingtaine d'électrodes, dont l'activité est commandée par un dispositif électronique programmable qui transforme l'information sonore en impulsions électriques.

Ce transducteur artificiel va entraîner deux limitations qui expliquent pourquoi l'audiométrie de l'enfant implanté est différente de celle de l'enfant appareillé :

- La tonotopie cochléaire est considérablement dégradée, de même que la discrimination fréquentielle, et la perception d'un son pur est très dépendante du programme de l'IC.
- Le champ dynamique acoustique traité (*IDR, Input Dynamic Range*) est limité : de 30 à 65 dB selon les types d'implant et de programmation.
- À partir d'un niveau sonore minimal (NS_{min}), de l'ordre de 20 à 45 dB SPL, l'IC délivrera un niveau de stimulation électrique de seuil (*T level*). En-dessous du NS_{min}, aucun stimulus n'est délivré. Ces niveaux sont programmables.
- De même, il existe un niveau sonore maximal (NS_{max}) auquel correspond un niveau de stimulation électrique maximal ou confortable (*M* ou *C level*), qui se situe autour de 70 dB SPL. On comprend que $NS_{max} = NS_{min} + IDR$, tout ceci étant programmable. Les sons dont le niveau acoustique dépasse NS_{max} entraînent une stimulation électrique dont le niveau est *M* ou *C level*.

38 *Cette technique, très délicate surtout chez l'enfant, repose sur la mise en place d'une sonde microphonique à 5 mm du tympan. Il s'agit d'une méthode normalisée (MIRE :* Microphone Inserted in Real Ear*) décrite dans la norme NF EN ISO 11904-1.* Détermination de l'exposition sonore due à des sources placées à proximité de l'oreille – Partie 1 : technique du microphone placé dans une oreille réelle (technique MIRE).

- Les sons dont le niveau est compris entre ces deux niveaux acoustiques entraînent une stimulation dont le niveau électrique est compris entre les *T* et *C* ou *M levels*, selon une croissance logarithmique.

L'enfant doit être testé selon les mêmes modalités audiométriques que celles citées précédemment pour l'enfant appareillé en conventionnel : tests adaptés à l'âge psychomoteur, en stimulations tonales et vocales, en champ libre avec et sans IC, avec ou sans lecture labiale. Toutefois, des adaptations sont à apporter du fait des particularités fonctionnelles de cet appareillage auditif.

- L'efficacité de la programmation doit être contrôlée par des mesures audiométriques. Du fait du fonctionnement de l'IC, il est évident que le seuil mesuré en audiométrie tonale sera influencé par les paramètres de programmation ; il ne peut être inférieur au NS_{min}. L'audiométrie tonale ne renseigne pas sur les niveaux et les fréquences réellement perçus par l'enfant implanté comme elle le fait en présence d'une cochlée fonctionnelle.
- La courbe audiométrique vocale sera influencée par le NS_{min} mais aussi par l'*IDR* : s'il est bas, il y a plus de risques de distorsion, s'il est élevé, il y a risque d'intolérance.
- Il faut noter que les seuils électriques s'améliorent avec le temps et l'expérience auditive : les *T levels* diminuent, les *C-M levels* augmentent, ce qui donne une augmentation de la dynamique électrique en quelques semaines ou mois. Il faut donc revoir régulièrement la programmation de l'implant chez l'enfant surtout si les performances auditives et le langage stagnent, ou si l'enfant présente de l'inconfort.
- Chez l'adulte et plus encore chez l'enfant, on observe une amélioration des capacités auditives avec l'expérience de l'écoute, même à programmation électrique constante. Il s'agit d'une adaptation centrale à cette stimulation inhabituelle des voies auditives (plasticité cérébrale). Aussi, les seuils en audiométrie tonale doivent être relativement élevés au départ puisqu'on sait qu'ils s'amélioreront. Il ne faut pas chercher à atteindre des seuils à 30 - 40 dB avant plusieurs mois.

Souvent, on s'attache à mesurer le maximum d'intelligibilité à un niveau vocal donné estimé comme reflétant le niveau de voix parlée à force moyenne (65 dB SPL).

En conclusion, il convient de retenir que la prise en charge d'un enfant implanté demande plus spécifiquement une connaissance des possibilités de programmation de l'implant cochléaire, de l'évolution avec le temps des seuils électriques et acoustiques, des mesures objectives spécifiques des seuils auditifs et une collaboration étroite avec les orthophonistes et les parents.

8. Annexes

8.1 Glossaire

dB HL : Il s'agit du décibel physiologique (HL = *hearing level*) utilisé en audiométrie. Sa particularité est qu'il a pour zéro, pour une fréquence donnée, le seuil d'audition médian d'une population otologiquement normale de 18 à 25 ans des deux sexes. Il ne doit pas être confondu avec le décibel physique.

dB SPL : C'est le décibel physique (SPL = *sound pressure level*).

Intelligibilité : Ce mot désigne deux notions :

— Du point de vue de l'audiométrie : faculté d'un auditeur à percevoir un signal sonore parlé ; la courbe d'intelligibilité vocale correspond à un pourcentage de phonèmes ou de mots perçus en fonction du niveau vocal ;

— Du point de vue du locuteur : qualité de la parole émise et sa possibilité d'être comprise par un auditeur naïf, évaluée par exemple par le « *Speech Intelligibility Rating* » (SIR) mis au point par le Centre d'implantation cochléaire de Nottingham.

Logatome : Suite de phonèmes n'ayant aucune signification dans la langue considérée.

Masquage ou assourdissement : Les principes de l'assourdissement sont détaillés dans le *Guide des Bonnes pratiques en Audiométrie de l'Adulte*, téléchargeable sur www.sfaudiologie.fr

Nourrisson : Enfant âgé d'un mois à deux ans.

Nouveau-né : Enfant âgé de 0 à 28 jours.

Phonème : La plus petite unité distinctive du langage parlé (en particulier, consonnes et voyelles).

Recrutement : Distorsion de la sensation d'intensité d'origine cochléaire.

Seuil d'intelligibilité : Niveau le plus bas pour lequel le sujet perçoit 50 % des mots ou phonèmes.

Son vobulé (ou *warble tone*) : Son pur dont la fréquence varie périodiquement d'un certain pourcentage autour de la fréquence porteuse.

Transfert transcrânien : Le transfert transcrânien est de l'ordre de 5 à 10 dB en conduction osseuse et de 45 à 70 dB en conduction aérienne en fonction du type de transducteur et de la fréquence.

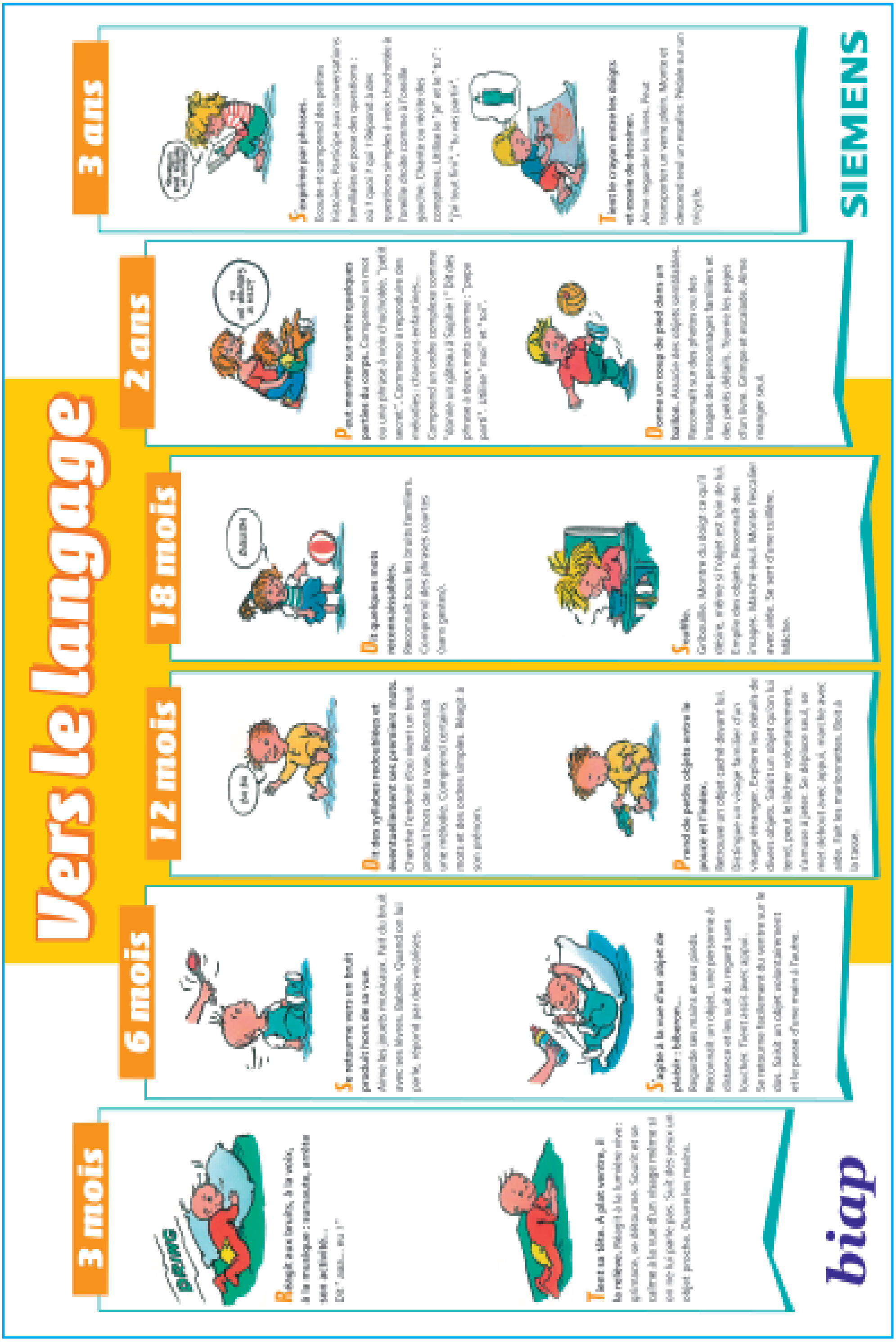
Trouble isolé d'articulation : Erreur motrice permanente et systématique dans l'émission d'un phonème (exemple : tous les « s » sont transformés en « z »).

Trouble de parole : Difficulté à organiser les sons dans l'ordre voulu, soit dans la syllabe, soit dans le mot (« *le pestacle* » au lieu de « *spectacle* »).

Trouble de langage : Trouble de la compréhension et de l'expression de la langue, au niveau lexical et syntaxique (« *moi pas veux* » chez un enfant de 4 ans).

8.2 Étapes du développement psychomoteur de l'enfant

Extrait de la plaquette *Vers le langage*. Recommandation du BIAP 24/1 (www.biap.org).



8.3 Classification audiométrique des déficiences auditives

Recommandation du BIAP 02/1bis (1er mai 1997, Lisbonne, Portugal).

Une perte tonale moyenne est calculée à partir de la perte en décibels (dB) aux fréquences 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz. Toute fréquence non perçue est notée à 120 dB de perte. Leur somme est divisée par quatre arrondie à l'unité supérieure.

En cas de surdité asymétrique, le niveau moyen de perte en décibels (dB) est multiplié par 7 pour la meilleure oreille et par 3 pour la plus mauvaise oreille. La somme est divisée par 10.

I. Audition normale ou subnormale

La perte tonale moyenne ne dépasse pas 20 dB. Il s'agit éventuellement d'une atteinte tonale légère sans incidence sociale.

8

II. Déficience auditive légère

La perte tonale moyenne est comprise entre **21 dB et 40 dB**.

La parole est perçue à voix normale, elle est difficilement perçue à voix basse ou lointaine. La plupart des bruits familiers sont perçus.

III. Déficience auditive moyenne

Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **41 et 55 dB**.

Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **56 et 70 dB**.

La parole est perçue si on élève la voix. Le sujet comprend mieux en regardant parler. Quelques bruits familiers sont encore perçus.

IV. Déficience auditive sévère

Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **71 et 80 dB**.

Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **81 et 90 dB**.

La parole est perçue à voix forte près de l'oreille. Les bruits forts sont perçus.

V. Déficience auditive profonde

Premier degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **91 et 100 dB**.

Deuxième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **101 et 110 dB**.

Troisième degré : la perte tonale moyenne est comprise entre **111 et 119 dB**.

Aucune perception de la parole. Seuls les bruits très puissants sont perçus.

VI. Déficience auditive totale - Cophose

La perte moyenne est de **120 dB**.

Rien n'est perçu.

8.4 Valeur des seuils audiométriques chez le nourrisson normo-entendant

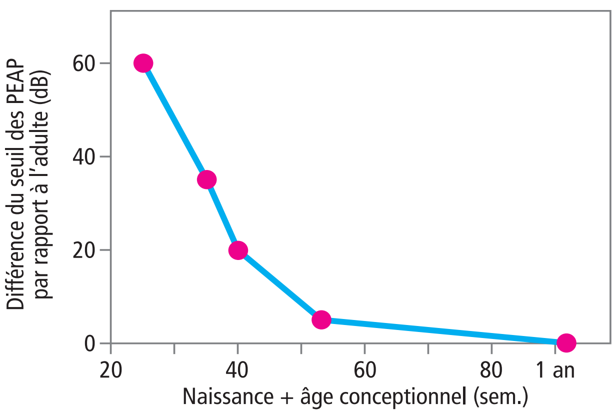
8.4.1 Seuils subjectifs

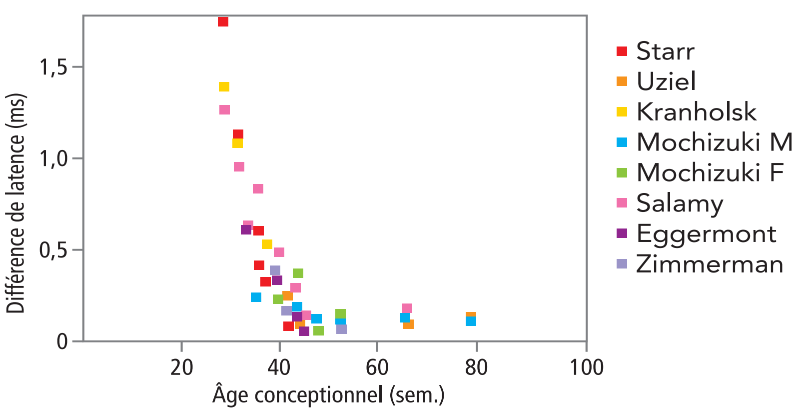
On n'obtient en général pas de réactions à faible niveau sonore chez le nourrisson normo-entendant. Ainsi, à titre indicatif, peut-on citer deux études :

- Chez des nourrissons normo-entendants âgés de 1 à 5½ mois, les seuils en conduction osseuse étaient en moyenne de 30 dB, alors que les seuils de l'onde V des PEA étaient de 10 à 15 dB (Portmann CL, Delaroche M. *Le diagnostic audiométrique chez le très jeune enfant. Revue de laryngologie* 1986;107:176-179).
- A 3 mois, les seuils en conduction aérienne des nourrissons sont de 15 à 30 dB supérieurs à ceux d'un adulte. La différence est plus grande pour les sons de 8 000 Hz que pour des sons plus graves. À 6 mois, la différence des seuils entre nourrissons et adulte est de 10 à 15 dB (Olsho LW, Koch EG, Carter EA, Halpin CF, Spetner NB. *Pure tone sensitivity of human infants. J. Acoust. Soc. Am.* 1988;84:316-24).

8.4.2 Seuils objectifs

Maturation fonctionnelle (PEA)
Évolution de la latence de l'onde I des PEAP en fonction de l'âge conceptionnel.
Valeurs adultes atteintes :
Latences : Onde I : 45 SAC (1 mois) - Onde III : 8 - 12 mois - Onde V : 3 - 5 ans
Amplitudes : Onde I : 3 - 4 ans.
Maturation plus précoce pour les basses fréquences.





8.5 Protocole Delaroche

AVANT 5/6 MOIS	5/6 MOIS - 28/30 MOIS	À PARTIR DE 28/30 MOIS
Testeur et bébé dans même cabine (attention à la disposition bébé/testeur/parents) **1e STIMULATION** Jouet sonore aigu → Réaction Normale/âge → Courbe osseuse avec vibrateur → Réaction Anormale/âge → **2e STIM. :** JS grave → Courbe osseuse avec vibrateur	**Bébé dans une cabine, testeur dans une autre** (séparée de la 1ère par glace sans tain ou rideau) (intensités gérées à l'aide d'un potentiomètre) **1e STIMULATION** Sifflement bi-tonal (2000-2500 Hz) ou « *tch-tch !* » (> 3000 Hz) → Réaction Normale/âge → Courbe osseuse avec vibrateur → Réaction Anormale/âge → **2e STIM. :** « *Coucou !* » (=250-750 Hz) → Courbe osseuse avec vibrateur	**Démarrer par la CO**

COURBE OSSEUSE AVEC VIBRATEUR

- Sons purs bi-tonals = sons-musique
- Fréquences : 1° 2000-3000 Hz, 2° 3000-4000 Hz } (*comparaison possible avec seuils PEA ou ECochG*)
  3° 1000-1500 Hz
  4° 500-750 Hz (ou inverser 3°et 4°)
- Intensités fonction des résultats obtenus en champ libre
- Si surdité profonde : éveiller les réactions avec des stimulations vibro-tactiles (250 Hz à 45 dB ou 500 Hz à 60 dB)

COURBE AERIENNE AVEC CASQUE

1° bilatérale
2° droite et gauche

- Sons purs bi-tonals
- Fréquences et intensités fonction des résultats obtenus en champ libre et en CO et/ou aux PEA

Recherche des seuils en mode ***ascendant***

COURBE OSSEUSE

1° Conditionner sur 500 Hz à 60-65 dB
- Sons vobulés
- Rechercher les seuils en mode **descendant**

2° 1000 Hz, intensité/seuil du 500 Hz
3° 2000 Hz, intensité/seuil du 1000 Hz
4° 4000 Hz, intensité/seuil du 2000 Hz
5° 250 Hz, intensité/seuil du 500 Hz

COURBE AERIENNE

1° bilatérale
2° droite et gauche
- Sons purs vobulés
- 1000, 2000, 4000, 500, 250, 8000 Hz
- Intensités fonction des résultats obtenus en CO

Recherche des seuils en mode ***descendant***

8.6 Réactions des nourrissons

Réponses observées chez un nouveau-né après stimulation auditive en champ libre.

Classification de Veit et Bizaguet

Latence	Réaction observée
< 0,5 s	Réflexe de Moro Réflexe cochléo-palpébral Contraction tonique des membres
0,5 à 1 s	Réaction céphalique acoutrope Réaction oculaire acoutrope Réaction céphalique acoufuge Réaction oculaire acoufuge Hyperextension de la tête Trémulations musculaires des membres Mouvements lents des membres Mouvements lents du tronc
1 à 2 s	Augmentation de l'activité spontanée Suspension de l'activité spontanée Réaction de succion Moues, grimaces

8.7 Pratique des jouets sonores

Cette épreuve, très simple en apparence, doit être réalisée de manière très méthodique et rigoureuse.

L'enfant ne doit pas être « en attente », mais légèrement occupé à manipuler, seul, des petits jouets non bruyants, dans un contexte de silence absolu. Les jouets ont pour but d'obtenir de l'enfant une certaine stabilité et de maintenir son regard dans une direction donnée (coordination oculo-manuelle).

Ainsi, la perception d'un stimulus inattendu va surprendre l'enfant et entraîner les réactions correspondant à son âge de développement.

Pour éviter que l'enfant ne cherche l'examinateur et donc se retourne avant toute perception, ce dernier, placé sur le côté et légèrement en retrait, doit « faire semblant » de jouer avec l'enfant d'une main et stimuler de l'autre.

Sa position doit lui permettre d'observer discrètement le visage et les mains de l'enfant pour décrypter la moindre réaction explicite.

Toujours démarrer les stimulations à niveau minimal, à une distance correspondant à l'envergure du bras. Délivrer des stimulations brèves et rythmées, car elles sont plus réactogènes. Forcer le niveau et réduire la distance en l'absence de réactions. Stimuler à droite et à gauche pour déceler d'éventuelles différences de niveau auditif entre les deux oreilles.

Cotation des jouets sonores

L'évaluation de l'audition à l'aide des jouets sonores reste très approximative.

Les niveaux de réaction intermédiaires s'articulent entre ces deux extrêmes, mais leur précision réclame alors une grande expérience de l'examinateur.

Les premières réactions sont les plus sûres.

Ne pas multiplier les stimulations. Si l'enfant est saturé, il ne répondra plus.

Cotation des jouets sonores

Intensité	Distance	Réaction	Niveau d'audition approximatif
Minima	Envergure du bras	+ + + +	Audition comprise entre 10 et 40 dB
Maxima	Derrière l'oreille	+	≈ 90 dB
		0	Perte auditive ≥ 100 dB

8.8 *Installation enfant - parent - examinateur*

L'enfant est assis sur les genoux d'un de ses parents. Devant lui aucun élément distracteur, aucune tierce personne, mais seulement une table recouverte d'un tapis neutre.

L'examinateur est de côté face à l'audiomètre, dont les boutons et les voyants sont cachés à l'enfant. Les jouets choisis, utilisés soit « gratuitement », soit pour le conditionnement volontaire, sont disposés sur la table.



8.9 *Listes d'audiométrie vocale*

8.9.1 *Phonetically Balanced Kindergarten* (PBK)

Adapté à la langue française par Vieu A, Lupi AL, Lanvin M, Uziel A. (d'après Haskins H. *A phonetically balanced test of speech discrimination for children. Master's thesis.* Northwestern University, 1949).

Le test PBK est composé de 4 listes de 50 mots phonétiquement équilibrés.

La présentation s'effectue auditivement sans appui visuel, en voix naturelle (~70 dB SPL).

Listes 1 à 4, cf. page suivante.

8

1	Pou	11	Coude	21	Gauche	31	Cou	41	Voile
2	Thé	12	Pont	22	But	32	Croire	42	Âne
3	Vol	13	Faim	23	Vigne	33	Pied	43	Montre
4	Banque	14	Bleu	24	Chut	34	Bon	44	Lettre
5	Jeune	15	Pot	25	Table	35	Mordre	45	Cil
6	Cinq	16	Jus	26	Film	36	Plat	46	Truc
7	Jambe	17	Nuit	27	Chiffre	37	Mer	47	Aile
8	Larme	18	Zoo	28	Nuage	38	Feuille	48	Eau
9	Feutre	19	Ours	29	Chant	39	Bise	49	Riz
10	Griffe	20	Pomme	30	Ski	40	Rêve	50	Clé
Score		**/ 50 mots**		**/ 51 phonèmes**					

1

1	Être	11	Clown	21	Neige	31	Lit	41	Niche
2	Os	12	Roue	22	Coq	32	Gant	42	Robe
3	Langue	13	Deux	23	Paille	33	Drap	43	Veste
4	Tombe	14	Beau	24	Sage	34	Brun	44	Barque
5	Gaz	15	Trou	25	Meuble	35	Fou	45	Glace
6	Puce	16	Pré	26	Souffle	36	Trois	46	Huître
7	Douche	17	Nom	27	Risque	37	Onze	47	Vin
8	Tigre	18	Blé	28	Pièce	38	Jour	48	Cru
9	Zèbre	19	Noix	29	Frère	39	Seul	49	Feu
10	Trente	20	Ville	30	Chez	40	Chef	50	Main
Score		**/ 50 mots**		**/ 51 phonèmes**					

2

1	Mille	11	Patte	21	Pie	31	Bulle	41	Lait
2	Droite	12	Goutte	22	Du	32	Nappe	42	Gros
3	Faux	13	Huile	23	Un	33	Fille	43	Bruit
4	Chaud	14	Sol	24	Sang	34	Sucre	44	Bouée
5	Tu	15	Sable	25	Poivre	35	Ventre	45	Ange
6	Vie	16	Vitre	26	Front	36	Gifle	46	Sauce
7	Lion	17	Match	27	Herbe	37	Course	47	Rhume
8	Vrai	18	Boucle	28	Pêche	38	Peu	48	Dire
9	Bing	19	Noir	29	Cœur	39	Chou	49	Œil
10	Femme	20	Flaque	30	Bande	40	Pain	50	Chose
Score		**/ 50 mots**		**/ 51 phonèmes**					

3

1	Seau	11	Canne	21	Fièvre	31	Fleur	41	Doigt
2	Prince	12	Chance	22	Rue	32	Quinze	42	Boue
3	Moi	13	Peigne	23	Trop	33	Lune	43	Dé
4	Banc	14	Jeu	24	Temps	34	Porte	44	Fruit
5	Vieux	15	Ronde	25	Joue	35	Nombre	45	Homme
6	Lui	16	Livre	26	Laine	36	Pauvre	46	Boxe
7	Nez	17	Chambre	27	Œuf	37	Soif	47	Tête
8	Chat	18	Pitre	28	Boule	38	Crêpe	48	Fil
9	Arbre	19	Chien	29	Phoque	39	Coin	49	Soupe
10	Ongle	20	Branche	30	Vague	40	Nid	50	Riche
Score		**/ 50 mots**		**/ 51 phonèmes**					

4

8.9.2 Listes de Saussus et Boorsma

CD4 Piste					
1 — 3	2 — 4	3 — 5	4 — 6	5 — 7	6 — 8
la poupée	le ballon	le bouton	la poule	le papa	la tomate
le genou	l'assiette	l'avion	la robe	le journal	la bouche
la corde	le cheval	le cahier	la poire	la bouteille	l'armoire
la noisette	le lavabo	la culotte	le fromage	l'autobus	la brosse
le savon	le garçon	la banane	la nappe	la cravate	le sucre
l'orange	le vélo	le poisson	le crayon	le bébé	la plume
le canard	l'oreille	la cigarette	le garage	l'enfant	la table
la bobine	la vache	le tapis	l'écharpe	la pomme	l'échelle
la canne	la mouche	l'éponge	le peigne	le soulier	le tonneau
le soleil	le magasin	la chaise	la maison	le café	le fauteuil
/ 10	/ 10	/ 10	/ 10	/ 10	/ 10

CD4 Piste					
7 — 9	8 — 10	9 — 11	10 — 12	11 — 13	12 — 14
l'auto	le bateau	le tableau	la tarte	le pigeon	l'ours
la classe	la tête	la valise	l'oiseau	le manteau	le biscuit
le couteau	le cochon	la salade	le costume	le canif	la moto
le livre	le train	le singe	la tortue	le veston	la lampe
la gomme	la carotte	le jambon	le panier	le mouchoir	le chien
le bonbon	la pipe	le bureau	la tasse	le marteau	la fille
le vase	le lapin	le pyjama	la souris	le tiroir	la fourchette
la boîte	le docteur	l'éléphant	le paquet	le tambour	la serviette
la bille	le gâteau	le soldat	la tartine	le mouton	le chat
le chapeau	la patte	la fleur	la montre	l'image	la coque
/ 10	/ 10	/ 10	/ 10	/ 10	/ 10

8.9.3 Listes avec images pour désignation : disponible sur www.college-nat-audio.fr

8.9.4 Listes de mots phonétiquement équilibrés, pour dépistage à l'âge de quatre ans avec images pour désignation : Audio4 disponible sur demande à orl.pediatrique@chu-tours.fr

Bibliographie

1. AVAN P. Exploration fonctionnelle objective des voies auditives. Collection explorations fonctionnelles humaines. EMinter, 1997.

2. DELAROCHE M. Audiométrie comportementale du très jeune enfant. Enjeux et modalités. Collection questions de personne. De Boeck Université, Bruxelles, 2001.

3. DELAROCHE M, THIÉBAUT R, DAUMAN R. Behavioral audiometry: protocols for measuring hearing thresholds in babies aged 4-18 months, Int J Pediatric Otorhinolaryngol 2004; 68: 1233-1243.

4. DELAROCHE M, THIÉBAUT R, DAUMAN R: Behavioral audiometry: validity of audiometric measurements obtained using the "Delaroche Protocol" in babies aged 4 – 18 months suffering bilateral sensorineural hearing loss. Int J Pediatric Otorhinolaryngol 2006; 70: 993-1002.

5. GUERIT J.M. Les potentiels évoqués. 2e édition, Masson, Paris, 1993.

6. INSERM. Santé de l'enfant. Propositions pour un meilleur suivi. Expertise opérationnelle. 2009. Chapitre I-1: Troubles auditifs p. 5-24. Chapitre III-7: p.201-206.

7. KATZ J. Handbook of clinical audiology. 5th edition, 2002. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, USA.

8. LEGENT F, BORDURE P, CALAIS C, MALARD O. Audiologie pratique. Manuel pratique des tests de l'audition. 2e édition. Masson, Paris, 2002.

9. MADELL JR, FLEXER C, editors. Pediatric Audiology: Diagnosis, Technology and Management. Thieme, New-York, 2008.

10. MAYER M. Potentiels évoqués et électromyographie en pédiatrie. Collection ABC de médecine. Masson, Paris, 1990.

11. MOULIN A, COLLET L. Les otoémissions acoustiques en exploration fonctionnelle. Collection explorations fonctionnelles humaines. EMinter, Paris, 1996.

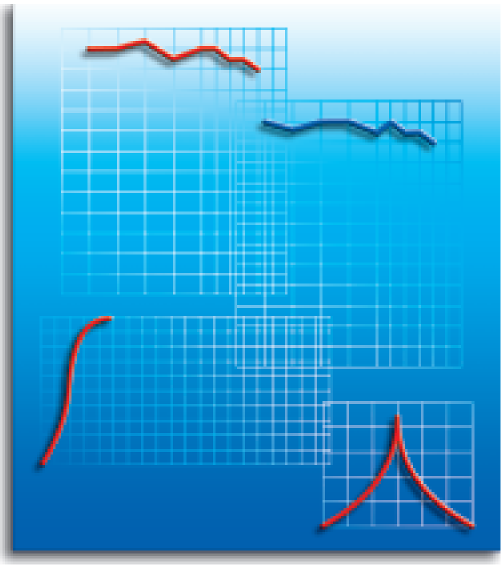
12. NORTHERN JL, DOWNS MP. Clinical audiologic testing of children. In: Hearing in Children. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, USA, 2001.

13. OLSHO LW, KOCH EG, CARTER EA, HALPIN CF, SPETNER NB. Pure-tone sensitivity of human infants. J. Acoust. Soc. Am. 1988; 84 (4): 1316-1324.

14. PORTMANN M., PORTMANN C. Précis d'audiométrie clinique. 6e édition, Masson, Paris, 1988.

15. VEIT P, BIZAGUET G. Dépistage des réactions auditives du nouveau-né. Revue de Laryngologie, 1968, N°78, 433-438.

Société
Française
d'Audiologie



S F A
Société Française d'Audiologie
26, rue Lalo
75116 Paris
www.sfaudiologie.fr

11/09 IMPULSION NATURELLE